



UNIVERSITAT JAUME I

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES
EXPERIMENTALS**

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

**SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN A UN
SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AGUA PARA
RIEGO, EN TÉRMINO MUNICIPAL DE VINAROS**

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR/A

Alejandro Barrachina Navarro

DIRECTOR/A

Carlos Vicente Ariño Latorre

Castellón, Octubre de 2020

AGRADECIMIENTOS

Comenzando a escribir estas líneas me doy cuenta que estoy redactando lo que va a ser un punto final a mi etapa académica en la universidad y que resultará ser un punto de inflexión en mi vida. Por lo que no me era posible cerrar este ciclo sin antes agradecer a todas las personas que directa o indirectamente han hecho posible que hoy día pueda estar aquí mecanografiando este documento, y por lo tanto, voy a extenderme como es debido, porque a todas ellas les pertenece un trocito de este proyecto. Así que GRACIAS.

En primer lugar, a ti mamá. Porque nadie mejor que tú sabes lo que he luchado por esto. Por ser pilar inquebrantable en esta etapa, la que en los momentos de flaqueza donde pensé en tirar la toalla, que no han sido pocos, me has animado a seguir, me has transmitido la fuerza y el coraje necesarios para que no cayera y siguiera adelante con ello. Gracias por exigirme, por el amor incondicional, pero sobre todo por *"Sempre hi ha llum al final del túnel"*. Gran parte del resultado de todo esto es tuyo. Paralelamente, al "Barri", mi padre, gracias por hacer el trabajo en la sombra, por transmitir tranquilidad, pero también por enseñarme que para conseguir las cosas se necesita sacrificio, y eso nadie mejor que tú lo sabe. Así que como tú dices *"Coixint, coixant, però sempre endavant"*, y aquí estamos. Como no, a mi hermana Andrea. ¿Un ejemplo de superación? Ella. Siendo menor que yo me ha enseñado que nada ni nadie puede cortarte las alas y que siempre puedes alcanzar aquello que te propongas. Que hay que trabajar sin parar, eso sí, pero que poco a poco llegan los resultados. También me ha enseñado que nadie te pone los límites, si no que los límites se los pone cada uno, así que gracias por demostrarme que se puede, como tú dices *"Germà, tu pots en tot"*. No muy lejos, a la parte fundacional de mi familia, mis abuelos Pepe, Fina, Carmen y como no a mi abuelo Juan, "El Nano". Su sueño era verme ser ingeniero, y solo quería que acabase cuanto antes por si no lo veía cumplir, siento haber tardado tanto, pero aquí estamos "Nani". Tampoco me puedo olvidar de mis primos Christian, Jonathan y mis tíos Lidon y Ramón, ellos también han estado a lo largo de todo esto.

Por otra parte, a mi amigo Ramón, por ayudarme a desconectar, las charlas, los ratos al "corral", por todas las tardes de toros que hemos disfrutado, pero sobre todo por sus ánimos, gracias por decirme tantas veces, *"Amic, això ja ho tens"*. Ara ya puedo decir que lo tengo. A la par a José Antonio "Hugo" y Vero, gracias por ayudarme en los comienzos

en la universidad y por la amistad que tenemos, por insistir en que lo conseguiría. Para la "familia" que el toro me ha regalado, a Germán Vidal y todos los que forman parte de ésta ganadería, por dejarme disfrutar de mi pasión en "El Cortijo" donde estar tantas veces me ha ayudado desconectar de la rutina y coger fuerzas para continuar. A Abel y María, mi segundo hogar y mis confidentes.

A todas aquellas personas que he conocido a consecuencia de mis estudios en la UJI. Como no, a algunos profesores que han demostrado que lo suyo es por vocación y han hecho que tanto mi aprendizaje como el de mis compañeros fuera más fácil. Aquellos que daban las asignaturas con pasión, aquellos que han hecho que mantuviésemos despierto el interés y la atención en las asignaturas, aquellos que no han dejado que nos rindiésemos y han hecho que lográsemos el objetivo. Por otra parte, a mis dos componentes del equipo IGALBA S.L., a Pau y Javi, por tantas horas de estudios y trabajos hasta las tantas de la mañana, por noches sin dormir para terminar con las tareas, en fin, gracias por aparecer al final de este camino y darme el empujón que necesitaba para concluir con la carrera, nunca os lo podré agradecer lo suficiente. Y a Herminio, que sin su ayuda y sus horas de dedicación, esto no hubiese sido posible

Por último, a *Montajes Eléctricos Castellón, S.L.* A José, por darme la oportunidad de realizar las prácticas, de aprender y poder conocer de primera mano el funcionamiento de una empresa del sector eléctrico, de enseñarme las tareas en obra y de los almuerzos de los viernes. A Fernando, por enseñarme la parte importante del trabajo, a contar el dinero. Una gran persona que me acogió en Montajes como si fuese uno más desde el primer día, al igual que mi mentor, Santi. Desde mi llegada hiciste que aprendiese al máximo y si no lo entendía, lápiz, un "post-it" y dibujito, gracias por tu paciencia en explicarme las cosas y hacer que las entendiese. Pero gracias porque sin tu ayuda este proyecto no hubiese sido posible. Gracias a todos los que formáis parte de esta gran familia.

"Nunca desistas de un sueño, sigue las señales que te llevan a él"

"Los obstáculos me han hecho madurar, los éxitos, reflexionar, y los fracasos, crecer"

"Si no te esfuerzas al máximo, ¿cómo sabrás dónde está tú límite?"

Iván Fandiño

ÍNDICE

1	MEMORIA	10
1.1	TITULAR	12
1.2	PROMOTOR	12
1.3	SIGLAS	12
1.4	OBJETO	13
1.5	ALCANCE	14
1.6	UBICACIÓN	15
1.7	ANTECEDENTES	15
1.8	DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES	16
1.9	REGLAMENTACIÓN, NORMATIVA TÉCNICA Y DISPOSICIONES OFICIALES	17
1.10	PROGRAMAS	20
1.11	BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA	21
1.12	LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	22
1.12.1	Situación y características de la línea	22
1.12.2	Materiales utilizados	23
1.12.3	Instalación de la línea	27
1.12.4	Cimentaciones	28
1.12.5	Sistema de puesta a tierra	29
1.12.6	Medida de señalización	32
1.12.7	Protecciones eléctricas	34
1.12.8	Cruzamientos, proximidades o paralelismos.	36
1.12.9	Estimación y/o declaración de impacto ambiental	36
1.12.10	Declaración de utilidad pública	36
1.13	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE	37
1.13.1	Descripción del centro de transformación	37
1.13.2	Obra Civil	38
1.13.3	Instalación eléctrica	40
1.13.4	Acometida al centro de transformación	43
1.13.5	Medida de la energía	43

1.13.6	Puesta a tierra	44
1.13.7	Sistema de puesta a tierra	45
1.13.8	Instalaciones secundarias	45
1.13.9	Limitación de campos magnéticos emitido por las instalaciones	47
1.13.10	Limitación del nivel de ruido emitido por las instalaciones de alta tensión	47
1.14	INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN	48
1.14.1	Descripción del local	48
1.14.2	Potencia prevista	49
1.14.3	Descripción de las instalaciones de enlace	50
1.14.4	Descripción de la instalación interior	53
1.14.5	Suministros complementarios	60
1.14.6	Alumbrado de emergencia	61
1.14.7	Línea de puesta a tierra	61
1.14.8	Red de equipotencialidad	62
1.14.9	Instalación con fines especiales	62
2	ANEXOS A LA MEMORIA	64
2.1	CÁLCULOS	66
2.1.1	Cálculos de la línea aérea de media tensión	66
2.1.1.1	Cálculos eléctricos	66
2.1.1.2	Cálculos mecánicos. Tramo línea subterránea	70
2.1.1.3	Cálculos mecánicos. Tramo línea aérea de media tensión y apoyos	72
2.1.1.4	Línea de alta tensión	95
2.1.2	Cálculo del centro de transformación de intemperie	104
2.1.2.1	Intensidad de alta tensión	104
2.1.2.2	Intensidad de baja tensión	104
2.1.2.3	Cortocircuitos	105
2.1.2.4	Dimensionado del embarrado	106
2.1.2.5	Protecciones contra sobrecarga y cortocircuitos	107
2.1.2.6	Dimensionado de la ventilación del CT	107
2.1.2.7	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	108
2.1.2.8	Cálculos eléctricos de la línea	108
2.1.2.9	Cálculos del apoyo de entronque	112
2.1.3	Cálculo de la acometida de baja tensión	120
2.1.3.1	Fórmulas utilizadas	120
2.1.3.2	Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible	122

2.1.3.3	Cálculo de potencia de la bomba	124
2.1.3.4	Potencias	125
2.1.3.5	Cálculos eléctricos: alumbrado y fuera motriz	126
2.1.3.6	Cálculo del sistema de protección contra contactos indirectos	131
2.1.3.7	Cálculo de la puesta a tierra	132
2.1.3.8	Cálculo del aforo del local en relación con la ITC-BT-28	132
2.2	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	133
2.2.1	Objeto	133
2.2.2	Campo de aplicación	133
2.2.3	Memoria descriptiva	134
2.2.4	Pliego de condiciones particulares	143
2.2.5	Anexos particulares	145
3	PLANOS	154
4	PLIEGO DE CONDICIONES	156
4.1	PLIEGO DE CONDICIONES LÍNEA AÉREA	158
4.1.1	Calidad de los materiales	158
4.1.2	Normas de ejecución de las instalaciones	159
4.1.3	Pruebas reglamentarias	160
4.1.4	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	160
4.2	PLIEGO DE CONDCIONES CENTRO DE TRASNDORMACIÓN	162
4.2.1	Calidad de los materiales	162
4.2.2	Normas de ejecución de las instalaciones	166
4.2.3	Pruebas reglamentarias	166
4.2.4	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	167
4.3	PLIEGO DE CONDICIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN	170
4.3.1	Calidad de los materiales	170
4.3.2	Normas de ejecución de las instalaciones	172
4.3.3	Pruebas reglamentarias	173
4.3.4	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	174
5	PRESUPUESTO	177
5.1	PRESUPUESTO LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN	178
5.1.1	Presupuesto tramo línea subterránea	178
5.1.2	Presupuesto tramo línea aérea	179

5.1.3	Presupuesto general	179
5.2	PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	180
5.3	PRESUPUESTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN	182
5.4	PRESUPUESTO GENERAL	184

ÍNDICE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Detalle cable HEPRZ1 de Aluminio.	24
Tabla 1. Características de construcción del conductor.	25
Tabla 2. Características de eléctricas del conductor.	25
Tabla 3. Características del conductor aéreo.	25
Tabla 4. Características eléctricas de los aisladores.	26
Tabla 5. Características generales de las cadenas de aisladores.	26
Figura 2. Cadenas de amarre y suspensión para nivel de polución medio.	27
Figura 3. Croquis de la cimentación para los apoyos de perfiles metálicos.	29
Figura 4. Croquis de la puesta a tierra en apoyos de zona no frecuentada.	30
Figura 5. Croquis de la puesta a tierra en apoyos de zona frecuentada.	31
Figura 6. Zanja con la cinta de señalización de cables eléctricos.	32
Figura 7. Esquema de las zanjas.	33
Figura 8. Placa de señalización de peligro por riesgo eléctrico.	34
Tabla 6. Calibres de fusibles	35
Tabla 7. Consumos de potencia.	49
Tabla 8. Descripción de la protección del trafo.	58
Tabla 9. Descripción de la protección del cuadro general C1.	58
Tabla 10. Descripción de la protección del cuadro secundario C2.	59
Tabla 11. Sección en los diferentes puntos del cuadro general C1.	60
Tabla 12. Sección en los diferentes puntos del cuadro secundario C2.	60
Tabla 13. Intensidad máxima de cortocircuito.	67

1 MEMORIA

1.1 TITULAR

El presente proyecto lo comprenden varias instalaciones, aunque todas pertenecerán al mismo titular.

VIVEROS GURBI SAT 2053, empresa dedicada a la producción de arboles forestales y frutales, producción de plantones, plantas ornamentales y producción y comercialización de productos citrícolas, será el titular del centro de transformación.

1.2 PROMOTOR

El promotor de las instalaciones será también VIVEROS GURBI SAT 2053.

1.3 SIGLAS

En el apartado actual se va a detallar el significado de las siglas que se utilizarán a lo largo del presente proyecto para hacer más comprensible la lectura del mismo.

A/S	Aéreo subterráneo/a
AT	Alta tensión
BT	Baja tensión
CBT	Cuadro de baja tensión
CPT	Configuración de puesta a tierra
CT	Centro de transformación
CTIC	Centro de transformación intemperie compacto
CTO	Circuito
DI	Derivación individual
EPC	Equipo de protección colectiva
EPI	Equipo de protección individual
ITC	Instrucción técnica complementaria
LAMT	Línea aérea de media tensión
LGA	Línea general de alimentación
LSBT	Línea subterránea de baja tensión

LSMT	Línea subterránea de media tensión
MT	Media tensión
PaT	Pues a tierra
RD	Real decreto
REBT	Reglamento electrotécnico de baja tensión
RLAT	Reglamento de líneas de alta tensión

1.4 OBJETO

El objeto del siguiente documento se desarrolla en una empresa dedicada a la producción de árboles forestales y frutales, plantones, plantas ornamentales y comercialización de productos citrícolas.

Esta dispone de un suministro media tensión (MT), a través de un centro de transformación compacto bajo poste de 20/0,4 kV y 250 kVA de potencia. Con él actualmente se abastece una bomba de 150 kW de potencia para la elevación de agua desde un pozo. Para abastecer al actual CT se dispone de una conversión aérea/subterránea propiedad del promotor de la obra, el cual se alimenta desde la red de MT de la distribuidora mediante un tramo de línea aérea.

El promotor pretende extender la explotación, con la consecuente ampliación de la superficie regable, para lo cual ha solicitado y dispone de autorización para la construcción de un nuevo pozo, situado a unos 360 m. de distancia del actual sondeo, siendo necesaria la electrificación de una bomba de 200 kW para la elevación de agua que se deberá instalar. Teniendo en cuenta la potencia actualmente instalada de 150 kW, más la potencia prevista a instalar de 200 kW la demanda será de 350 kW, pudiéndose ampliar la potencia del actual sondeo hasta 200 kW, por lo que la potencia máxima posible a demandar por el cliente puede llegar a los 400 kW.

Con la intención de ampliar la potencia de las instalaciones que se dispone, el solicitante deberá sustituir el actual centro de transformación compacto bajo poste por un centro de transformación tipo interior ubicado en un edificio exclusivo prefabricado de hormigón, equipado con celdas compactas de distribución y con una maquina trasformadora de 250

kVA 20/0,69 kV. Desde este centro de transformación y mediante una línea de media tensión, donde el tramo de línea subterránea y aérea a ejecutar será de simple circuito y con la cual se pretende alimentar e instalar un centro de transformación compacto bajo poste, se dará suministro en baja tensión a la bomba de elevación de agua del nuevo pozo.

Tras la ampliación de las instalaciones existentes el titular dentro de su explotación agraria, dispondrá de dos estaciones elevadoras de agua desde pozo, una de 150 KW de potencia, instalación existente, y otra nueva de 157 kW de potencia, siendo ambas instalaciones eléctricas en baja tensión independientes, abastecidas por una red de media tensión de titularidad particular, con un único punto de suministro en alta tensión, el cual será capaz de suministrar en alta tensión hasta 307 kW.

Por lo que el objeto del presente proyecto es especificar las condiciones técnicas, económicas y de ejecución de la línea de media tensión que discurrirá en tramos subterránea y otros aéreos, del centro de transformación compacto intemperie bajo poste y la instalación para el suministro de energía eléctrica en baja tensión.

1.5 ALCANCE

El alcance del proyecto constará de los cálculos y el diseño de las instalaciones necesarias para garantizar el correcto suministro de energía al punto deseado por el cliente. Por todo esto este documento se centrará en:

- Línea aérea en media tensión
- Centro de transformación de intemperie compacto bajo poste
- Línea de baja tensión, desde CTIC hasta el suministro.

1.6 UBICACIÓN

Las instalaciones donde se va a llevar a cabo el proyecto están situadas en el término municipal de Vinaroz (Castellón). Todas ellas discurren por el interior de la parcela propiedad del titular.

POLÍGONO 4, PARCELA 315
PARTIDA “FIGUEROLES O SUTARRAÑES”
12500 – VINARAZ (CASTELLÓN)

Documento de referencia: ***Plano 1: Plano de situación y emplazamiento***

1.7 ANTECEDENTES

Las instalaciones eléctricas proyectadas se realizan con la finalidad de dar suministro al nuevo pozo que quiere construir el titular.

La empresa promotora dispone de una explotación agraria de regadío con una superficie regable de unas 69 ha, la cual dispone de un pozo, con una instalación elevadora con autorización para el funcionamiento de una bomba eléctrica de 92 kW y elementos auxiliares hasta un total de 100 kW.

En la actualidad se ha ampliado la superficie regable hasta alcanzar una superficie total de 107,36 ha, por lo que la demanda actual de caudal de riego se incrementará.

Actualmente las instalaciones para el suministro de agua constan de un suministro de media tensión, a través de un centro de transformación compacto bajo poste de 20/04 kV y 250 kVA de potencia.

Para abastecer a la nueva instalación elevadora de aguas subterráneas, con una potencia prevista de 157 kW se debe realizar un aumento de potencia total demandada de unos 307 kW. Por todo ello, se le propone al solicitante el cambio del actual transformador por un CT bajo poste ubicado en el interior de un edificio exclusivo prefabricado de hormigón.

Así pues, tras realizar la ampliación de las instalaciones, el titular VIVEROS GURBI SAT 2053 dentro de su explotación agraria dispondrá de dos estaciones elevadoras de agua desde pozos. Siendo ambas instalaciones eléctricas en baja tensión e independientes, abastecidas por una red de media tensión de titularidad particular.

1.8 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

El promotor, dispone en el emplazamiento que se propone de un suministro MT, a través de un centro de transformación 20/0,4 kV y 250 kVA de potencia compacto bajo poste. Con este suministro actualmente se abastece una bomba de 150 kW de potencia para la elevación de agua desde un pozo. Para abastecer al actual CT compacto bajo poste, en el apoyo final de línea aérea, se dispone de una conversión aérea/subterránea propiedad del promotor de la obra, el cual se alimenta desde la red de media tensión de la distribuidora mediante un tramo de línea aérea, propiedad de la compañía distribuidora.

El promotor se plantea ampliar la explotación agraria, con la consecuente ampliación de la superficie regable. Para lo cual ha solicitado y dispone de autorización para la construcción de uno nuevo pozo, situado a unos 360 m. de distancia del actual sondeo. Siendo así necesaria la electrificación de la bomba de elevación de agua que se deberá instalar, estando previsto instalar una bomba de unos 200 kW de potencia.

A la vista de la potencia actualmente instalada de 150 kW, más la potencia prevista a instalar de 200 kW la demanda será de 350 kW, pudiéndose ampliar la potencia del actual sondeo hasta 200 kW, por lo que la potencia máxima demanda será de 400 kW.

Con la intención de ampliar la potencia de las instalaciones que se dispone, el solicitante deberá sustituir el actual centro de transformación compacto bajo poste, por un centro de transformación tipo interior ubicado en un edificio exclusivo prefabricado de hormigón. Equipado con celdas compactas y con una maquina transformadora de 250 kVA 20/0,69 kV, disponiendo de las correspondientes celdas compactas de distribución. El esquema que se plantea en media tensión de la instalación particular será, de:

- Celda de entrada/salida de línea subterránea.
- Celda de protección general de la instalación de media tensión, equipada con porta fusibles interruptor seccionador ISF, con mando.
- Celda para medida de tensión y corriente.
- Celda de entrada/salida de línea subterránea.
- Celda de protección de transformado.

Desde este centro de transformación, y mediante una línea de media tensión donde el tramo de línea subterránea y aérea a ejecutar será de simple circuito, se pretende alimentar e instalar un centro de transformación compacto bajo poste, desde el cual se dará suministro en baja tensión a la bomba de elevación de agua del nuevo pozo.

Tras la ampliación de las instalaciones existentes el titular VIVEROS GURBI SAT 2053 dentro de su explotación agraria, dispondrá de dos estaciones elevadoras de agua desde pozo, una de 150 kW de potencia, instalación existente, y otra nueva de 157 kW, de potencia , siendo ambas instalaciones eléctricas en baja tensión independientes, abastecidas por una red de media tensión de titularidad particular, con un único punto de suministro en alta tensión, el cual será capaz de suministrar en alta tensión hasta 307 kW.

1.9 REGLAMENTACIÓN, NORMATIVA TÉCNICA Y DISPOSICIONES OFICIALES

En la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes reglamentaciones, normativas técnicas y disposiciones oficiales:

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

- Ley 54/1997, del Sector Eléctrico. Modificada por Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, en concreto el artículo 162 referente a Relaciones civiles.

- Decreto 88/2005, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.

- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

- Ley 2/2012, de 14 de junio, de la Generalitat, de medidas urgentes de apoyo a la iniciativa empresarial y a los emprendedores, microempresas y pequeñas y medianas empresas (pyme) de la Comunitat Valenciana

- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (BOE núm. 303, de 17/12/2004).

- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 (BOE núm. 279, de 19/11/2008).

- Orden de 31 de enero de 1990, de la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo, sobre mantenimiento e inspección periódica de instalaciones eléctricas en locales de pública concurrencia (DOGV núm. 1277, de 03/04/1990).

- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica, I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, SAU.

- Recomendaciones UNESA.

- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER.

- Normalización Nacional. Normas UNE.

- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

- Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

1.10 PROGRAMAS

En el siguiente apartado se van a enumerar los diferentes programas empleados para el desarrollo de los distintos puntos del actual proyecto.

En primer lugar, los programas utilizados para la realización de los apartados de cálculo, tanto de la parte de la línea aérea y sus apoyos, el centro de transformación así como los apartados de la parte de la instalación de baja tensión, se han realizado con un software de dmELECT. Se trata de un software para el cálculo de la parte eléctrica de un proyecto. Dentro de este software, se han utilizado:

- REDBT : Redes Eléctricas de Distribución en Baja Tensión
- CMAT : Cálculo mecánico de Líneas Eléctricas Aéreas en Alta Tensión
- CMBT : Cálculo mecánico de Líneas Eléctricas Aéreas en Baja Tensión
- CIEBT : Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión para edificios singulares, locales e industrias

También se han utilizado programas de ofimática de Microsoft y Google como:

- Excel
- Word
- PowerPoint
- Hojas de Cálculo
- Documentos y presentaciones

Finalmente el programa de dibujo para la realización de planos, Auto CAD.

1.11 BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

- [1] Normas Particulares de Compañías Eléctricas inscritas en los Registros de la Administración General del Estado: <http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/Normativa-Iberdrola-01.htm>
- [2] Normas Iberdrola: http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/Si_Ambito.aspx?id_am=99113
- [3] Reales Decretos y Leyes y REBT, RLEAT: <https://www.boe.es/>
- [4] Recomendaciones UNESA: <http://www.unesa.es/>
- [5] Órdenes de Conselleria de Industria: <https://www.dogv.gva.es/va/>
- [6] Normas UNE: <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas>
- [7] Normativa prevención riesgos laborales: https://www.diba.cat/documents/189253/36370157/Publi3_+gui_electr2014_INSHT.pdf/fc4c5515-0c7c-4d82-a280-57d1db31bfce
- [8] Edificio prefabricado de hormigón *Prephor*: <https://www.prefabricadoshormigon-prephor.es/>
- [9] Sede catastral: <https://www.sedecatastro.gob.es/>
- [10] Apuntes y documentación asignatura EE1021 Instalaciones Eléctricas de Baja y Media Tensión.
- [11] Apuntes y documentación asignatura EE1027 Líneas e Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.
- [12] Apuntes y documentación asignatura EE1031 Proyectos de Ingeniería.

1.12 LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

1.12.1 Situación y características de la línea

La situación y trazado de la línea a construir se indica en los planos adjuntos. La misma se ha estudiado de forma que la longitud de construcción sea la mínima, considerando el terreno, propiedad del mismo, así como las posibles afecciones y soluciones técnicas.

El tramo de línea subterráneo discurrirá entre la celda de línea, salida del centro de transformación de entrega y medida y el apoyo de conversión A/S, desde el cual arrancará el tramo de línea aérea a construir, siendo la longitud de ésta de 28 m. En trazado subterráneo, 8 m. de conversión aérea subterránea y 2 m. interiores en el CT, por lo que la longitud total será de 38 m.

El tramo aéreo existente discurre entre el apoyo de conversión A/S y el apoyo fin de línea en el que se instalarán todas las protecciones del centro de transformación compacto bajo poste que se pretende abastecer y en el que se realizará la conversión aérea/subterránea, con una longitud de tramo aéreo de 361,0 m.

Así pues, la longitud total de la línea aérea será de 361 m., 38 m. de línea subterránea, lo que hace un total de 399,0 m.

Para todo el trazado de la línea, ésta se ajustará a las condiciones de paso establecidas en los art. 161 y 162 de RD 1955/00 de 1 de diciembre y la legislación urbanística aplicable.

En cuanto al entronque, el tramo de línea subterránea a construir se conectará mediante terminales de interior de 20 kV en los bornes de salida de la celda de línea. Tendrá la función de seccionamiento, y finalizará en el apoyo de conversión A/S. Estará equipado de la correspondiente cruceta recta de amarre de la línea aérea. Además se dispondrá del sistema de protección contra sobretensiones de origen atmosférico mediante auto-valvulares, las terminaciones termo-retráctiles de exterior para cable seco de media tensión y el tubo de acero para protección de cables de línea subterránea, equipado con

capuchón de protección y abrazaderas de sujeción, PUNTO A Y PUNTO B de los planos adjuntos (*Plano 3: Puntos de conexión tramo LSMT*).

El tramo de línea aérea entroncará con la línea subterránea de media tensión, en el apoyo de conversión aérea subterránea, PUNTO B descrito en el apartado anterior y finalizará en el apoyo final de línea aérea, PUNTO C, (*Plano 4: Puntos de conexión tramo LAMT*). Se equipará con fusibles de protección del tipo XS sobre el angular L 70-7 de 2040 mm de longitud. Además sobre este apoyo estará anclado el sistema de protección contra sobretensiones de origen atmosférico mediante auto-valvulares, con terminaciones termo-retráctiles de exterior para cable seco de media tensión y el tubo de acero para protección, equipado con capuchón de protección y abrazaderas de sujeción del tubo, para la protección del cable subterráneo.

Todo esto se ve reflejado en los planos adjuntos.

1.12.2 Materiales utilizados

APOYOS

Los apoyos serán apoyos metálicos, de celosía en puntos de amarre, ángulos, principio y final de línea, así como los apoyos de alineación.

Los perfiles metálicos de celosías, montantes, casquillos y placas base, serán angulares de lados iguales, de medidas y tolerancias según las normas UNE EN 10 056-1 y UNE EN 10 056-2 fabricados con acero.

Todos los materiales férricos descritos estarán protegidos contra la oxidación mediante galvanización en caliente según UNE EN ISO 1461.

Los tornillos deberán cumplir con la norma UNE EN ISO 4016 y las tuercas deberán cumplir con la norma UNE EN ISO 4034. Las arandelas deberán cumplir con la norma UNE EN ISO 7091, deben ser de 8 mm de espesor nominal y deben impedir que la rosca del tornillo se introduzca en ella más del 50% de su espesor.

Los apoyos de principio, final de línea, ángulo y anclaje a emplear serán **C-2000** de 12 metros de altura libre para instalación empotrada y de 2000 daN de esfuerzo nominal. Del mismo modo, los apoyos de suspensión a emplear serán **C-1000** con un esfuerzo nominal de 1000 daN y una altura de 12 metros.

CONDUCTORES

Los conductores serán inalterables con el tiempo, debiendo presentar, además, una resistencia elevada a la corrosión atmosférica.

Se emplearán conductores de aluminio, según condiciones de las compañías suministradoras.

Tramo subterráneo:

El conductor se ajustará a lo indicado en la norma UNE HD 620 o Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y su instrucción técnica complementaria ITC 06.

Será de tipo **HEPRZ1** de Al de **3x50 mm²** de sección circular y con las siguientes características:



Figura 1. Detalle cable HEPRZ1 de Aluminio.

Material del conductor	Aluminio
Aislamiento	Etileno-propileno de alto gradiente (HEPR)
Cubierta exterior	Polifeina termoplástica
Color de la cubierta	Rojo
Flexibilidad del conductor	Rígido, Clase 2
Pantalla	Hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contra-espira.

Tabla 1. Características de construcción del conductor.

Resistencia del conductor a 20 °C	0.641 Ω/km.
Capacidad aproximada de los conductores de fase	0.229 Ω/km.
Reactancia aproximada de los conductores de fase	0.140 Ω/km.
Tensión nominal de servicio (U_0/U)	12/20 kV
Corriente nominal enterrado	145 A

Tabla 2. Características de eléctricas del conductor.

Tramo aéreo:

Cable del tipo **47-AL1/8ST1A** (LA-56) de sección **54,6 mm²** de aluminio-acero galvanizado de 54,6 mm² de sección, según norma UNE-EN 50182 cuyas características principales son:

Material del conductor	Aluminio-Acero
Sección total del conductor	54.6 mm²
Carga mínima de rotura	1629 daN
Módulo de elasticidad	7900 daN/mm²
Masa aproximada	188.8 kg/km.
Resistencia eléctrica a 20 °C	0.6129 °C/km.
Densidad de corriente	0.361 A/ mm²

Tabla 3. Características del conductor aéreo.

AISLAMIENTO

El aislamiento estará formado por aisladores de composite para líneas eléctricas de alta tensión según normas UNE 21909 y UNE-EN 62217. Los elementos de cadenas para los aisladores responderán a lo establecido en la norma UNE-EN 61466.

Sabiendo que la línea es de 20 kV, para la elección de los aisladores se han tenido en cuenta los niveles de aislamiento normalizados mínimos correspondientes a la tensión más elevada de la línea que vienen reflejados en el Punto 4.4 de la ITCLAT 07 del RLEAT, y son de:

Tensión más elevada para el material (U_m) en kV	Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial en kV	Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo kV
24	50	95 125 145

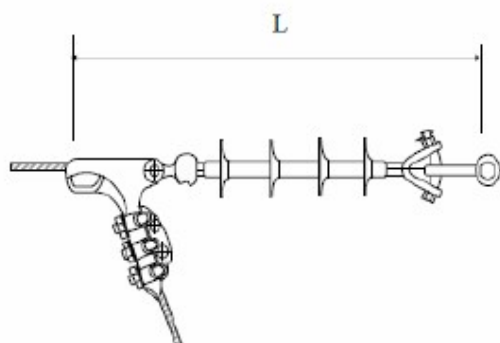
Tabla 4. Características eléctricas de los aisladores.

Por otro lado, el nivel de contaminación de la zona se corresponde con **tipo II (Polución Media)**, al que le corresponde una línea de fuga mínima requerida de 16,0 mm/kV. A partir de estos datos, se establece un nivel de aislamiento que supere las prescripciones reglamentarias indicadas y se concluye que el aislamiento a instalar lo conformen cadenas de aisladores de amarre y suspensión de composite, de goma de silicona del tipo **U70YB20**:

Material	Composite
Carga de rotura	7000 daN
Línea de fuga	480 mm
Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz durante 1 min	70 kV ef
Tensión a impulso tipo rayo	165 kV

Tabla 5. Características generales de las cadenas de aisladores.

Cadena de Amarre Nivel de Polución Medio



Cadena de Suspensión Normal Nivel de Polución Medio

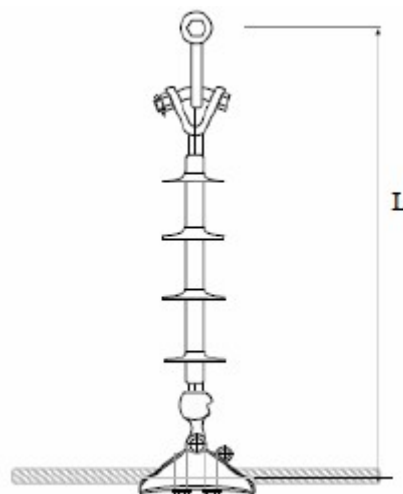


Figura 2. Cadenas de amarre y suspensión para nivel de polución medio.

1.12.3 Instalación de la línea

La canalización del tramo de línea subterránea se ejecutará teniendo en cuenta que el radio de curvatura después de colocado será como mínimo 15 veces el diámetro del cable unipolar.

Por otra parte, los cables se alojarán en zanjas que permitan que los cables queden colocados a una profundidad mínima de 0,80 m. de la superficie y la anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0'35 m.

En el fondo de la zanja se colocará una capa de tierra, sobre la que se depositarán los tubos de 160 mm de diámetro mínimo, que se cubrirán con un dedo de hormigón en masa H-150 garantizando un recubrimiento del tubo superior de 10 cm. A continuación, se tenderá otra capa, con tierra procedente de la excavación, de 25 cm de espesor, esta capa de tierra estará exenta de piedras y cascotes. Sobre esta capa se instalará una banda de polietileno de color amarillo-naranja en la que se advierta la presencia de cables eléctricos; esta banda es al que figura en la Recomendación UNESA 0205 (enero 1986).

Tanto la protección mecánica como la cinta de advertencia se colocarán por cada línea. A continuación, habrá una capa de tierra procedente de la excavación, debiendo utilizar medios mecánicos de apisonado y compactación.

1.12.4 Cimentaciones

La obra civil a ejecutar, únicamente hará referencia a la excavación y cimentación de los apoyos de la línea a construir. Así como a la apertura y cierre de zanja para el tendido del tramo subterráneo de la línea.

Considerando el tipo de terreno, las dimensiones de la excavación serán:

- Apoyo 12C-2000 1,20 m. de largo x 1,20m. de ancho x 2,10 m. de profundidad, lo que supone un volumen de excavación de 3,024 m³.
- Apoyo 12C-1000 1,24 m. de largo x 1,24 m. de ancho x 1,75 m. de profundidad, lo que supone un volumen de excavación de 2,69 m³.
- Apoyo 12C-1000 11,24 m. de largo x 1,24 m. de ancho x 1,75 m. de profundidad, lo que supone un volumen de excavación de 2,69 m³.
- Apoyo 12C-2000 1,20 m. de largo x 1,20m. de ancho x 2,10 m. de profundidad, lo que supone un volumen de excavación de 3,024 m³.

Apoyos de perfiles metálicos, según Norma NI 52.10.01

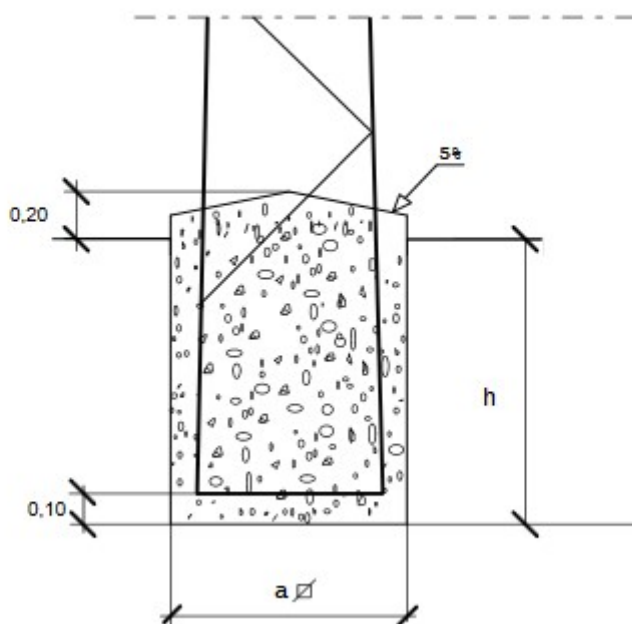


Figura 3. Croquis de la cimentación para los apoyos de perfiles metálicos.

1.12.5 Sistema de puesta a tierra

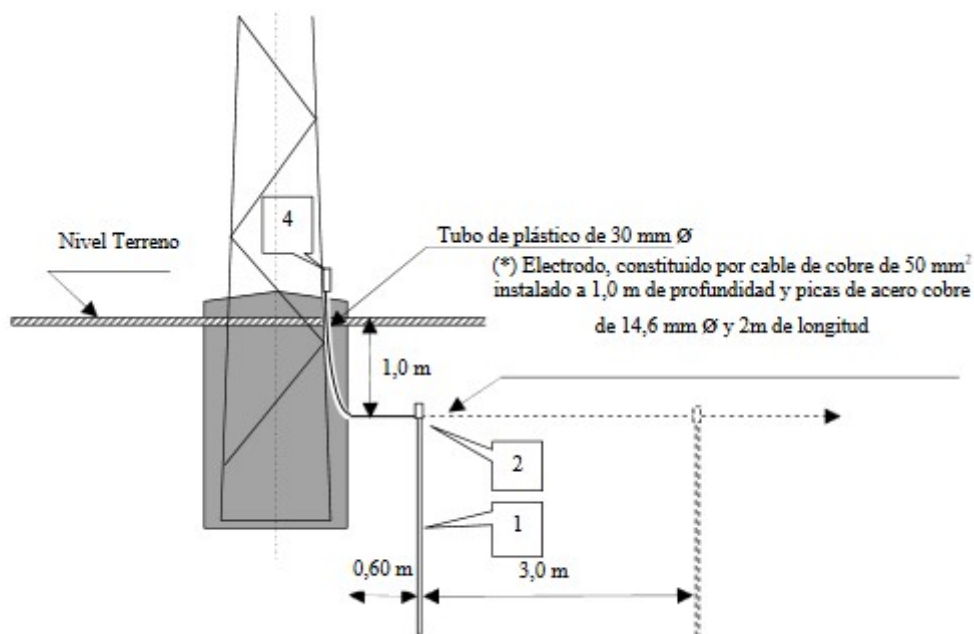
El sistema de puesta a tierra se realizará conforme a lo especificado en el punto 2.1.7 y en el punto 7 del RLEAT y a la MT 2.21.60.

Se establecen dos tipos de tierras en función del tipo de apoyo de que se trate. Pica para apoyos convencionales y anillo en apoyos frecuentados o con aparatos de maniobra.

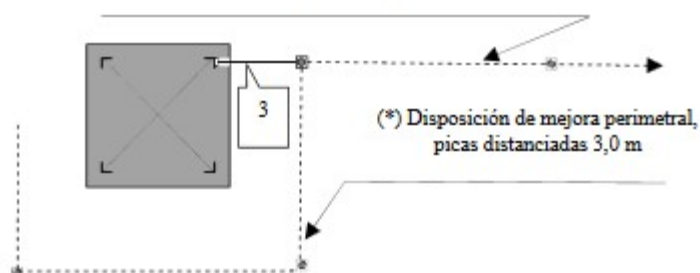
El conductor de puesta a tierra, será de aluminio/acero con una sección no inferior a 100 mm² y se instalará mediante bajante grapada por el apoyo. El electrodo estará constituido por conductor de cobre desnudo y picas de acero cobrizado. Sus características se muestran en los gráficos siguientes:

PUESTA A TIERRA EN APOYOS. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE EN TIERRA

Zona no frecuentada (N)



(*) Disposición de mejora en antena, picas distanciadas 3,0 m

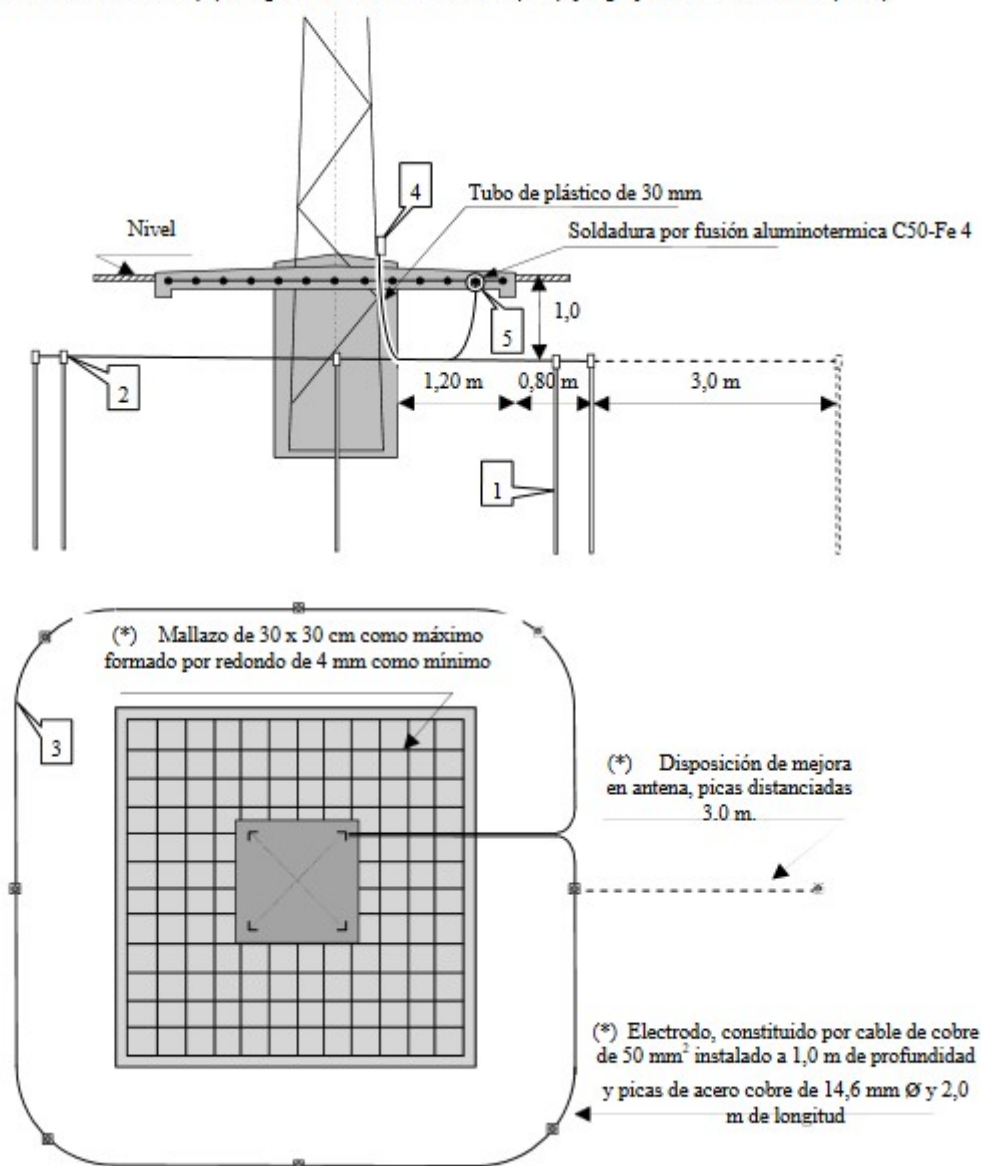


Marca	Designación	Denominación	Código	Norma
1	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud	50 26 164	NI 50.26.01
2	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de CU	58 26 631	NI 58.26.03
3	C 50	Cable de cobre de 50 mm ²	54 10 050	NI 54 10 01
4	GCS/C16	Grapa de conexión sencilla para cable de CU	58 26 024	NI 58.26.04

Figura 4. Croquis de la puesta a tierra en apoyos de zona no frecuentada.

PUESTA A TIERRA EN APOYOS. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE EN TIERRA

Zona frecuentada (F) de pública concurrencia (PC) y apoyos de maniobra (AM)



Marca	Designación	Denominación	Código	Norma
1	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud	50 26 164	NI 50.26.01
2	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable CU	58 26 631	NI 58.26.03
3	C 50	Cable de cobre de 50 mm ²	54 10 050	NI 54.10.01
4	GCP/C16	Grapa de conexión paralela para cable de CU	58 26 035	NI 58.26.04
5	S/n	Soldadura por fusión aluminotermica C 50 con redondo de tetracero de 4 mm de Ø.		
6	DCP 50c/50c	Conector por cuña a presión para conductor de cobre de 50/50 mm ²	58 21 510	NI 58.21.01

Figura 5. Croquis de la puesta a tierra en apoyos de zona frecuentada.

Al ser parte del trazado una conversión A/S se dispondrá de protección contra sobretensiones de origen atmosférico, en paralelo con las terminaciones termo-retráctiles se dispone de un sistema de pararrayos auto-valvulares, rodeados de un bloque de resina epoxi-fibra de vidrio de 24 kV de tensión máxima.

Las pantallas de los cables deben de estar en perfecta conexión con tierra mediante la utilización de las botellas de conexión, tanto en las terminaciones termo-retráctiles como en la celda de entrada del centro de transformación.

1.12.6 Medida de señalización

Tramo subterráneo:

A lo largo de toda la línea subterránea a una distancia mínima del suelo de 0,10 m. y 0,30 m. de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos.



Figura 6. Zanja con la cinta de señalización de cables eléctricos.

CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA /TIERRA (Asiento de arena), realizada mediante medios mecánicos, con tubos 160 Ø y cables aislados de 0,6/1 kV

Colocados en un plano (un circuito por tubo)

Dimensiones en m

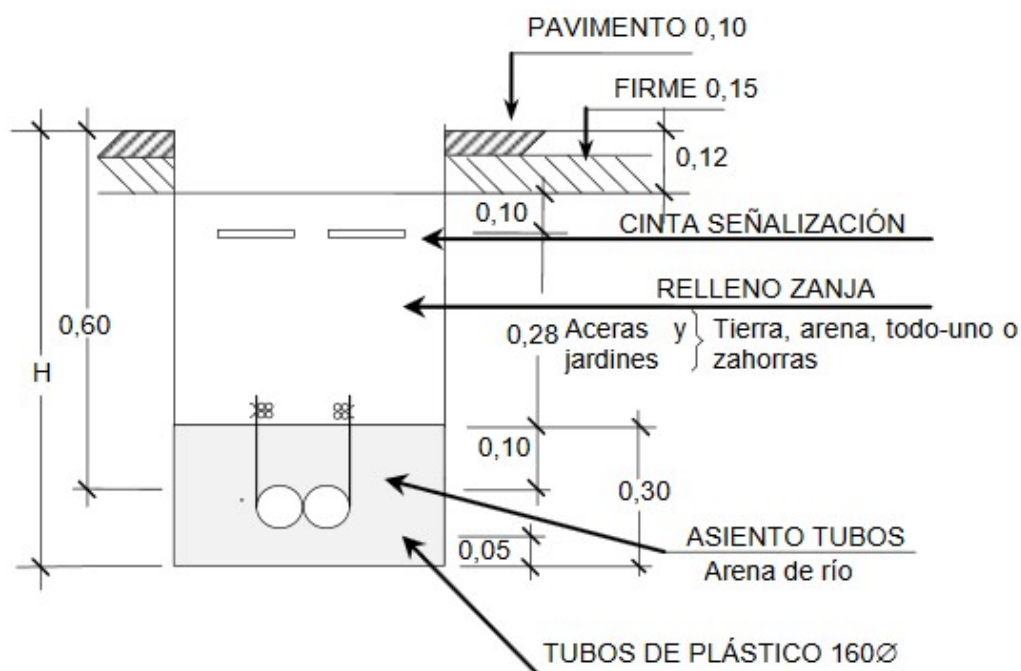


Figura 7. Esquema de las zanjas.

Tramo aéreo:

Cada apoyo se identificará individualmente mediante un número, código o marca alternativa (Ej: coordenadas geográficas), de tal manera que la identificación sea legible desde el suelo.

En todos los apoyos, cualquiera que sea su naturaleza, deberán estar claramente identificados el fabricante y tipo.

Como medida de seguridad se colocarán chapas anti-escalamiento en los apoyos tanto del transformador como apoyos de maniobra y seccionamiento hasta una altura de 2 m.

Además se colocarán también placas de señalización de peligro por riesgo eléctrico, las cuáles serán amarillas con bordes, figuras y letras en negro, la cual se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda retirar desde el suelo.



Figura 8. Placa de señalización de peligro por riesgo eléctrico.

1.12.7 Protecciones eléctricas

Para la protección de la línea eléctrica en el centro de transformación en la que entronca se dispondrá de una celda de protección mediante interruptor automático como protección general de la instalación particular equipada con:

- Juego de barras tripolar de 630 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor automático SF6 con mando CLR.
- Tres transformadores de intensidad ACD-24.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra superior sin poder de cierre.
- Enclavamientos por cerradura en mando CS1.

Y la línea subterránea se conectará a los bornes de salida de la celda de línea equipada con:

- Juego de barras tripolar de 630A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador de corte en ISF de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CIT manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

En la conversión aérea/subterránea se dispone de un sistema de protección mediante fusibles de expulsión XS. Ésta ya servía como protección del centro de transformación compacto bajo poste que abastecía. Con una potencia de 250 kVA y 20 kV de tensión le corresponde un calibre de 12 K.

KVA instaladas aguas abajo del fusible	Fusible de centro individual	Fusible de racimo de centros	
		Si fusibles aguas abajo < 20 K	Si algún fusible aguas abajo ≥ 20 K
KVA ≤ 300	12 K	20 K	25 K
300 < kVA ≤ 500	20 K	20 K	25 K
500 < kVA ≤ 630	25 K	25 K	
kVA > 630	Ver Nota		

Tabla 6. Calibres de fusibles

Para la protección de racimo de centros y una potencia inferior a 630 kVA le corresponderá un calibre **25 K**.

1.12.8 Cruzamientos, proximidades o paralelismos.

En el trazado de la línea no se realizará ningún cruzamiento de los establecidos la reglamentación técnica vigente.

1.12.9 Estimación y/o declaración de impacto ambiental

Se considera que el presente proyecto no está sujeto a Estimación de Impacto Ambiental, según Decreto 162/90 de la Consellería de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/89 del 3 de Marzo.

1.12.10 Declaración de utilidad pública

La instalación proyectada no precisa la Declaración en Concreto de Utilidad Pública.

1.13 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE

1.13.1 Descripción del centro de transformación

El centro compacto bajo poste, alimentado con una nueva línea subterránea desde los fusibles XS de protección del mismo, ubicados en el apoyo final de línea aérea, iniciará la nueva instalación. Existirá un único transformador de 250 kVA (20/0'690 kV | 260 litros de aceite) que irá dentro de un edificio prefabricado de hormigón *Prephor*, junto con la aparamenta de alta tensión y las protecciones y la medida en baja tensión, siendo todo el conjunto nuevo desde el nuevo emplazamiento de fusibles XS.

La energía eléctrica será suministrada por la empresa I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. desde una línea de su propiedad, alcanzando al CT mediante una red de media tensión de 20.000 V de titularidad particular, propiedad del promotor de la instalación.

Para la medida de la energía consumida, en la instalación particular se dispone de un centro de entrega y medida, en el que se realizará la medida en alta tensión, para lo cual se dispone de la correspondiente celda y equipo de medida.

El centro de transformación estará alimentado por una acometida de línea subterránea de 10 m. que entronca con la línea aérea de media tensión. En el apoyo final de línea se colocarán los correspondiente fusibles de protección del tipo XS , quedando así mismo instalado en dicha columna los auto valvulares, terminales de intemperie para cable subterráneos, realizándose la conversión de línea aérea a línea subterránea, mediante la cual quedará alimentado el centro de transformación.

El centro de transformación se situará por encima del nivel del alcantarillado (inexistente en este caso), y de tal forma que se tenga acceso directo y fácil desde el exterior, tanto para las personas y la maquinaria, como para los vehículos necesarios para la explotación y el mantenimiento de la instalación, según lo dispuesto en la ITC-RAT-14. El edificio destinado a alojar en su interior la instalación de alta tensión deberá disponerse de forma que queden cerrados para impedir el acceso de las personas ajenas

al servicio. Será un centro catalogado como de maniobra exterior, por lo que no se dispondrá de puertas de acceso independientes.

De acuerdo con lo establecido en el ITC-RAT 05, las canalizaciones de alta tensión se dispondrán de acuerdo con lo establecido en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, considerando en la transición a las acometidas de instalaciones de alta tensión lo indicado en el apartado 5.2 de la ITC referida. Se tendrá en cuenta, en su disposición, el peligro de incendio, su propagación y consecuencias, para lo cual se procurará reducir al mínimo sus riesgos adoptando las medidas que a continuación se indican:

- a) Las canalizaciones no deberán disponerse sobre materiales combustibles no auto-extinguibles, ni se encontrarán cubiertas por ellos.
- b) Los cables auxiliares de medida, mando, etc. se mantendrán separados de los cables con tensiones de servicio superiores a 1kV o deberán estar protegidos mediante tabiques de separación o en el interior de canalizaciones o tubos metálicos puestos a tierra.
- c) Las galerías subterráneas, atarjeas, zanjas y tuberías para alojar conductores deberán ser amplias y con ligera inclinación hacia los pozos de recogida de aguas, o bien estarán provistas de tubos de drenaje.

La canalización será mediante tubos debidamente enterrados en zanja.

1.13.2 Obra Civil

En lo referente a la instalación del edificio prefabricado, se realizará una pequeña excavación para alojar el mismo.

Para el caso de la acometida subterránea, se realizará un pequeño tramo de zanja desde el apoyo hasta el emplazamiento de la envolvente.

LOCAL. EDIFICIO PREFABRICADO *PREPHOR*.

El edificio prefabricado se construye en hormigón armado de alta calidad en base a las Normas UNE 1303A, EN-61330, 20099, 20344 y la EHE, en aquello que le es de aplicación, y se destina a contener en el interior de la misma, el transformador y el equipo de medida.

En los planos adjuntos quedan reflejadas sus dimensiones y distribución interior. ***Plano 11: Detalles edificio prefabricado de hormigón.***

Sus dimensiones permiten:

- La ejecución de las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que las realicen.
- El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que lo constituyen.

CIMENTACIONES

Para la ubicación del edificio prefabricado *Prephor*, es necesaria únicamente una excavación de dimensiones 2,16 x 1,30 x 0,58 (largo x ancho x profundo) metros en el fondo de la cual se dispondrá un lecho de 10 cm de arena compactada y nivelada para asegurarse del perfecto asiento del mismo.

En todo el perímetro del prefabricado se construirá una acera de hormigón de 1,20 de anchura y 30 cm de espesor con mallazo a base de cuadrados de acero de 30x30 cm y varillas de 4 mm de diámetro. La cimentación será de hormigón armado de 300 kg y 150 kg/cm² de resistencia característica.

ZANJA LÍNEA MT

Para el tendido de la acometida de alta tensión se realizará una pequeña zanja de 3 metros de largo de 1,10 x 0,35 (profundo x ancho) metros. En el interior de la misma se tenderán dos tubos de material sintético de Ø160 mm embutidos en asiento de arena. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie será de 0,80 metros. El relleno de la zanja se realizará con zahorra que será debidamente compactada. Después se colocará una capa de tierra vegetal y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

CERRAMIENTOS EXTERIORES

NO procede.

TABIQUERÍA INTERIOR

NO procede.

CUBIERTAS

NO procede.

1.13.3 Instalación eléctrica

RED DE ALIMENTACIÓN

Las características fundamentales de la red de alimentación son las siguientes:

- Tensión de la red de distribución: 20kV.
- Tipo de enganche a la red: Derivación en punta.

APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

La instalación pretendida, se trata de la instalación de un centro transformación intemperie compacto bajo poste, cuyas características son:

- Tipo de instalación CTIC – BP.
- Columna en la que se realiza conversión A/S: metálica de celosía tipo 12-C2000.
- Aislamiento: Aisladores de vidrio existentes (cadenas de amarre).
- Protección sobretensiones: Auto valvulares.
- Protección sobre intensidades: Fusibles XS.
- Maniobra: Fusibles XS (visibles desde CT, doble función).

TRANSFORMADOR DE POTENCIA

El transformador a instalar será de refrigeración natural en baño de aceite, con regulación de tensión en el devanado primario, por medio de dispositivo conmutador a accionar sin tensión, cumpliendo la normativa vigente y la norma UNESA que le sea de aplicación.

Las características son las siguientes:

- Potencia transformador: 250 kVA.
- Tensión primaria: 20.000 V \pm 5%.
- Tensión secundaria: BT 690V - 396 V.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Refrigeración: en baño de aceite.

MATERIALES VARIOS DE ALTA TENSIÓN

- Cables para puentes de Media Tensión.

La conexión eléctrica entre la línea aérea de media tensión y el transformador de distribución, se realizará con cable unipolar con aislamiento seco termoestable con una sección de 50 mm², y tensión asignada 12/20 kV.

En el extremo correspondiente al entronque, se dispondrán tres terminales termo retráctiles adecuados para la tensión de servicio.

La conexión en el extremo del transformador se realizará por medio de terminales adecuados a la tensión de servicio, tipo termo retráctiles.

- Pararrayos

En el extremo de la conexión con la línea aérea, sobre el apoyo metálico, se instalarán tres pararrayos auto-valvulares, de la tensión adecuada a la de servicio de la línea.

- Fusibles

Para la maniobra y protección en el lado de alta tensión, se instalarán en el entronque con la línea aérea tres nuevos cortacircuitos fusibles de expulsión, denominados fusibles XS, de la tensión adecuada y poder de corte nominal mínimo de 12 kA.

- Cables para puentes de Baja Tensión del transformador

La conexión del transformador con el cuadro de baja tensión correspondiente se realizará con cable unipolar de aluminio con aislamiento seco termoestable 0,6/1 kV y con una sección de 240 mm².

En ambos extremos se dispondrán terminales bimetálicos para cable aislado de baja tensión de aluminio, engaste punzonado profundo, tipo interior.

- Protección en baja tensión

Para la protección en baja tensión se dispondrá una caja general de protección provista de fusibles NH2 de 400A, acordes a la potencia máxima del centro y la soportada por los puentes de BT.

1.13.4 Acometida al centro de transformación

En el siguiente apartado se exponen las características de la nueva acometida de alimentación al centro de transformación de abonado a reformar.

RED DE ALIMENTACIÓN DEL CENTRO

La red eléctrica que alimenta el centro se trata de una red eléctrica de media tensión de tensión nominal 20 kV y frecuencia 50 Hz.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 350 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

La alimentación propiamente dicha se realizará a través de una línea de Media Tensión existente, propiedad de la compañía eléctrica distribuidora, I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.

DERIVACIÓN DE LA RED

En la red de media tensión, y a través de la línea de MT, se realizará una derivación de hacia la ubicación del centro de transformación compacto bajo poste que se pretende construir.

1.13.5 Medida de la energía

La medida del conjunto de la instalación se realizará en alta tensión, para lo cual, en el centro de entrega y medida, propiedad del abonado se dispondrá de la correspondiente celda de medida equipada con los preceptivos transformadores de tensión y medida en alta tensión, conectados al equipo de medida reglamentario.

1.13.6 Puesta a tierra

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" en el apartado de *Anexos a la memoria, cálculos del centro de transformación*, de este proyecto.

TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Se dispondrán de pletinas de tierra que interconectarán todos aquellos elementos que deben estar conectados a la tierra de protección, constituyendo el colector de tierras de protección.

Para la determinación del sistema de tierra de protección se utilizará el método de cálculo y proyecto de instalación de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría de la norma *MT 2.11.33 Diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal < 30kV*.

El electrodo elegido corresponde a la configuración del electrodo tipo **CTIC-1BMP4+CH** (4,50 x 3,0). Electrodo de bucle de 4.5 x 3.0 m. a 0.5 m. de profundidad y 4 electrodos de pica de 2 m. de longitud en las esquinas del bucle, con la cabeza enterrada a 0.5 m. de profundidad más capa de hormigón en seco de resistividad $\rho_s = 3000 \Omega \times m$.

Los valores teóricos y calculados para el sistema de tierras son los siguientes:

- Resistividad del terreno **500 $\Omega \times m$** .
- Resistencia de puesta a tierra de protección **4,80 Ω** .
- Resistencia de puesta a tierra de servicio **10.00 Ω** .
- Tensión máxima aplicada de contacto **136,31 V**.
- Tensión máxima aplicada de paso **1.990,21 V**.

TIERRA DE SERVICIO

Se mantendrá la existente (redirigiendo ligeramente el borne de conexión al nuevo emplazamiento).

TIERRAS INTERIORES

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra", *Anexos a la memoria, cálculos del centro de transformación* de este proyecto.

1.13.7 Sistema de puesta a tierra

En el apoyo anterior al CTIC, al disponer de elementos de maniobra y conversión A/S se dispondrá de una toma de tierra para apoyos frecuentados, con cimentación monobloque en tierra, tal y como se describe en el punto anterior de la línea aérea.

1.13.8 Instalaciones secundarias

ALUMBRADO INTERIOR CT

NO procede.

BATERIAS DE CONDENSADORES

NO procede.

SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Según lo previsto en la ITC-RAT 14, no se considera necesaria la instalación de extintores de incendios en el interior de la envolvente.

VENTILACIÓN

Para la evacuación del calor generado en el interior del centro se ha previsto un sistema de ventilación natural mediante rejillas de entrada y de salida de aire en la zona destinada para el transformador y en el panel lateral.

Las rejillas se construyen de forma que impiden el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y contactos accidentales con partes en tensión.

MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN

La puerta de acceso al centro de transformación llevará la correspondiente señal triangular de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica el modelo AE-10 de la Recomendación AMSYS 1.4.10.

En la parte interior de la puerta de acceso al compartimento de baja tensión se instalará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente, con un tamaño mínimo UNE A3.

Se construirán paredes anti-escalamiento en el apoyo existente de conversión hasta una altura de 2,5 m.

Se colocarán placas de señalización de peligro por riesgo eléctrico, las cuáles serán amarillas con bordes, figuras y letras en negro. La placa de señalización de "Riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda retirar desde el suelo. Deberá cumplir las características señaladas en la Recomendación UNESA 0203.

1.13.9 Limitación de campos magnéticos emitido por las instalaciones

En la instalación que nos ocupa no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

Según se establece en el punto 2 de Anexo II “Límites de exposición a las emisiones radioeléctricas” las restricciones básicas dependiendo de la frecuencia.

Entre 1 Hz y 10 MHz se proporcionan restricciones básicas de la densidad de corriente para prevenir los efectos sobre las funciones del sistema nervioso.

La restricción impuesta en el cuadro I indica que la densidad de corriente máxima admisible sea de **2 A/mm²**.

En el apartado de cálculos del proyecto se incluyen los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando éstas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético.

1.13.10 Limitación del nivel de ruido emitido por las instalaciones de alta tensión

El Real Decreto 1367/2007 establece los niveles máximos de inmisión al exterior según el uso predominante del sector del territorio donde esté ubicada la instalación.

Puesto que se trata de un centro de transformación ubicado en una zona de uso industrial no existen restricciones a la generación de ruido.

1.14 INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

1.14.1 Descripción del local

Por las peculiaridades del proyecto, no se trata de un local propiamente dicho, no obstante, existe una nave almacén de 15 m. de anchura por 20 m. de longitud, destinado a almacén de herramientas y maquinaria de trabajo para las labores del campo, así como también estará destinado a ubicar los equipos y los cuadros eléctricos, abonadoras, alumbrado, en el que también existe la previsión de disponer de una zona destinada a oficina, aseos y vestuarios, dotados de alumbrado y tomas de corriente.

1.14.2 Potencia prevista

POTENCIA INSTALADA				
REF	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA UNITARIA (W)	PARCIAL (W)
Bomba elevación de agua				
1	Bomba sumergible para elevación de agua	1	147000	147000
TOTAL ELEVACIÓN AGUA (W)				147000
Fuerza motriz				
CS-1	Abonadora	1	2600	2600
CS-2	Abonadora	1	2600	2600
RECEPTORES FM (W)				5200
Alumbrado				
CS2-04	Alumbrado Almacén	1	200	200
CS2-06	Alumbrado Aseos y Oficinas	1	200	200
RECEPTORES ALUMBRADO (W)				400
Otros usos				
CS2-03	Elementos de maniobra y control	1	400	400
CS2-03	Tomas de corriente Almacén	1	2000	2000
CS2-03	Tomas de corriente Oficinas	1	2000	2000
TOTAL OTROS USOS (W)				4400
POTENCIA TOTAL INSTALADA (W)				157000
POTENCIA TOTAL SIMULTÁNEA (W) [cos φ = 1]				157000

Tabla 7. Consumos de potencia.

1.14.3 Descripción de las instalaciones de enlace

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La instalación eléctrica, será suministrada desde un centro de transformación compacto bajo poste, con capacidad suficiente para atender las necesidades de la instalación receptora, que por las características de la bomba de elevación de agua, potencia y longitud de las conducciones en baja tensión, el centro de transformación dispone de una maquina transformadora de 250 kW y una relación de transformación 20 /0,69 kV, estando este centro de trasformación conectado a la red de media tensión particular propiedad del titular de la instalación.

Desde el citado CT se instalará un tramo de LSBT de 3x240+150mm² de aluminio hasta el cuadro general de mando y protección, estableciéndose como punto frontera de la instalación en baja tensión los bornes de salida de la protección contra sobrecargas y cortocircuitos ubicados en la parte de baja tensión del centro de transformación.

CAJA GENERAL DE PROTECCIONES

Por tratarse de un suministro en media tensión, donde el equipo de medida está aguas arriba de una línea particular de alta tensión, no procede la ubicación de la CGP.

- Situación.

No procede.

- Puesta a tierra.

La puesta a tierra del neutro se realizará en el secundario del trasformador de 250 kW.

EQUIPOS DE MEDIDA

- Características.

Como se viene indicando a lo largo de la memoria, en la explotación agraria que se pretende electrificar existen dos sondeos con dos instalaciones de elevación de agua independientes, una de ellas “*Sondeo Sotarranyes*” existente y la del nuevo sondeo, nueva instalación de elevación de agua, que es objeto de este proyecto.

El punto de suministro eléctrico estará ubicado en las inmediaciones del sondeo existente, y la medida de la energía eléctrica se realizará en media tensión, para lo cual en el CT desde el que se abastece, se dispondrá de la correspondiente cabina de medida, equipada con tres transformadores de tensión y tres de intensidad, más el cuadro de medida reglamentario.

- Situación.

El equipo de medida se situará en la celda de medida del centro de transformación de entrega y medida, ubicado en las inmediaciones del sondeo existente.

- Puesta a tierra.

La medida se ubicará en módulos homologados y normalizados por la compañía, existentes en el centro de entrega y medida. Por tratarse de módulos con envolvente aislante no se conectarán a tierra.

LÍNEA GENERAL DE PROTECCIONES

Al tratarse de una instalación suministrada por un transformador particular, no existirá línea general de alimentación ni derivación individual propiamente dichas.

No obstante, en términos de línea principal, se considerará la que conecta la protección contra sobrecargas y cortocircuitos ubicada en la salida de baja tensión del transformador que abastece a la instalación.

Tal y como se expone en los apartados siguientes, la línea principal será de 3x240+150 mm² Al, en montaje subterráneo, la cual como se comprueba en el apartado de cálculos es apta para la tensión y potencia requerida por la instalación.

- Descripción: longitud, sección y diámetro de tubo.

La línea principal estará constituida por los conductores de 240 mm² para las fases y 150mm² como conductor de neutro, la instalación será en montaje subterráneo entubada ubicada bajo tubo de 160 mm de diámetro. Su longitud total será de unos 10 metros.

- Canalizaciones.

La instalación será enterrada, los tubos irán alojados en zanja de dimensiones suficientes en función de los tubos a alojar, y de acuerdo con los planos que se acompañan, de forma que en todo momento la profundidad mínima de la terna de cables más próxima a la superficie del suelo sea de 80 cm en canalizaciones bajo calzada, y de 60 cm en el resto de canalizaciones. Estas dimensiones se considerarán mínimas, debiendo ser modificadas al alza, en caso necesario, cuando se encuentren otros servicios, en cumplimiento de las exigencias reglamentarias para paralelismos y cruzamientos con los mencionados servicios.

- Conductores.

Se trata de los conductores con aislamiento de polietileno reticulado para una tensión de 1000 V, puesto que según se comprueba en el apartado de cálculos, son aptos para la potencia demandada.

La sección de la línea es de **3x240+150 mm²** tanto para el tramo considerado LGA como para el considerado DI.

- Tubos protectores.

El diámetro exterior normalizado es de 160 mm, con un diámetro interior mínimo de 120 mm, que permite albergar una terna de cables correspondientes al circuito trifásico normalizado de mayor sección.

También será admisible el empleo de tubos de las mismas características físicas de mayor diámetro que el normalizado de 160 mm.

- Conductor de protección.

El suministro dispondrá de una puesta a tierra en la zona del cuarto del pozo, no contando la línea general con conductor de tierra.

1.14.4 Descripción de la instalación interior

CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES SEGÚN RIESGO DE LAS DEPENDENCIAS DE LOS LOCALES

- Locales de pública concurrencia (espectáculos, reunión y sanitarios) (ITC-BT 28)

NO existen. NO procede.

- Locales con riesgo de incendio o explosión. Clase y zona (ITC BT 29)

NO existen. NO procede.

- Locales húmedos/ mojados (ITC BT 30)
 - Conexión línea-bomba y tramo línea pozo:

El principal uso de la instalación es la alimentación de una bomba sumergida en un pozo. Desde éste y a través de una canalización (tramo de tubo de hierro y tramo de tubo de PVC) conduce el agua hacia su destino.

La bomba que se instalará en el pozo poseerá una conexión estanca y el cable de alimentación será apto para bombas sumergidas (conforme a la norma UNE 21-166-89). Esta parte de la instalación se considerará instalación o local mojado.

- Instalación Tramo Pozo:

Al tratarse de un tramo de instalación que puede considerarse como local mojado, se emplearán conductores de cobre de 95 mm² de sección aislados para una tensión de 1000 V con polietileno reticulado y con cubierta de neopreno o de características similares.

- Tramo horizontal pozo cuadro:

Es una prolongación de la línea que alimenta la bomba, y discurre directa entubada desde la salida del pozo al cuadro. Esta parte de la instalación se considera instalación o local seco.

- Local cuadro:

En el recinto que ubicará el cuadro de maniobras, los conductores que alimentan a la bomba discurren en superficie bajo tubo y fuera de este local la instalación será enterrada hasta la boca del pozo.

Este local se considera local seco.

- Locales con riesgos de corrosión (ITC BT 30)

NO existen. NO procede.

- Locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión (ITC BT 30)

NO existen. NO procede.

- Locales a temperatura elevada (ITC BT 30)

NO existen. NO procede.

- Locales a muy baja temperatura (ITC BT 30)

NO existen. NO procede.

- Locales en los que existan baterías de acumuladores (ITC BT 30)

NO existen. NO procede.

- Estaciones de servicio o garajes (ITC BT 29)

NO existen. NO procede.

- Locales de características especiales (ITC BT 30)

NO existen. NO procede.

- Instalaciones con fines especiales (ITC BT 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39)

NO existen. NO procede.

- Instalaciones a muy baja tensión (ITC-BT 36)

NO existen. NO procede.

- Instalaciones a tensiones especiales (ITC-BT- 37)

Para la alimentación de la bomba de elevación de agua se dispondrá de un circuito principal, que a la salida del transformador dispondrá de una tensión de 400 V. Esta parte de la instalación además de cumplir las prescripciones establecidas para las instalaciones a tensiones usuales, cumplirá también las complementarias como:

- Se dispondrá de un sistema de protección para contactos indirectos que cumplirá con lo establecido en el punto 4.1.2 de la ITC-BT -24.
 - El neutro del transformador que abastece a la instalación estará conectado a tierra la cual la tendrá un valor máximo de 24 Ohmios para asegurar que la tensión de contacto quede limitada a 24 V, por la condición de instalación de locales mojados húmedos, en el interior del pozo.
 - Se emplearán dispositivos de protección de corriente residual-diferencial, regulables entre 300 y 1000 mA.
 - Los cables empleados serán de una tensión nominal de 1.000 V.
 - No existirán piezas desnudas bajo tensión que no estén completamente protegidas contra contactos directos.
 - Las canalizaciones serán fácilmente identificables cuando en las inmediaciones existan canalizaciones a tensiones usuales.
 - Al utilizar autotransformador será reductor de tensión, de 690 V a 400 V por lo que el aislamiento a partir del autotransformador será el correspondiente a la tensión mayor 1000 V.
- Instalaciones generadoras de baja tensión (ITC-BT- 40)

NO existen. NO procede.

- Instalación de receptores. Transformadores y autotransformadores. Reactancias y rectificadores condensadores (ITC-BT 48)

Se instalará un autotransformador de 10 kVA de potencia nominal, 690/400 V, su ubicación será fija, cumpliendo con las especificaciones aplicables al local en el que se instalará, local seco, se dispondrá de ventilación suficiente para su correcta refrigeración.

- Su instalación cumplirá con lo dispuesto en el punto 2.1. de la ITC-BT-48.
- Estará construido de manera que sus arrollamientos y elementos bajo tensión serán inaccesibles.
- No se montarán sobre partes combustibles.
- Para la instalación, el aislamiento de los circuitos conectados al autotransformador corresponderá al aislamiento de mayor tensión 1000 V.

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIONES

- Características y composición.

Dadas las características de la instalación, la instalación se ha diseñado para que esta funcione a una tensión de 690 V, condicionado por la potencia de la bomba de elevación y la longitud de la línea que deberá alimentarla, por lo que para la misma potencia y tensión más elevada, 690 V, la intensidad que circula por las líneas es menor, dado que para idénticas secciones se obtienen caídas de tensión inferiores.

El cuadro general estará compuesto por envolventes aislantes, así como los armarios o cofrets de los arrancadores de las bombas, (variadores de frecuencia) maniobras de automatización.

El conjunto de cuadro general estará compuesto por los siguientes elementos:

PROTECCIÓN BT TRAF0					
CTO	DESTINO LÍNEA	CARACT. ELEMENTO		CARACT. ELEMENTO	
		Calibre	Sensibilidad	Calibre	Icu (kA)
-	Protección General			4x250A	20 (690V)

Tabla 8. Descripción de la protección del trafa0.

CUADRO GENERAL C1 a 690 V					
CTO	DESTINO LÍNEA	CARACT. ELEMENTO		CARACT. ELEMENTO	
		Calibre	Sensibilidad	Calibre	Icu (kA)
-	Interruptor Seccionador			3x250A	20 (690V)
1	Bomba Pozo	3x250A	Regul. 1000mA	Regul. 200A	20 (690V)
2	Autotransformador 10kVA	3x160A	300mA	3x40A	20 (690V)
3	Protección contra sobre tensiones			3x40A	20 (690V)

Tabla 9. Descripción de la protección del cuadro general C1.

La parte de la instalación descrita estará funcionando a una tensión de 690 V, por el condicionante de la bomba de elevación de agua desde el pozo.

Para abastecer al resto de receptores, abonadoras, alumbrados, tomas de corriente etc., se dispondrá de un autotransformador de 10 kVA de potencia que transformará el sistema de 690 V de tensión nominal a 400 V de tensión nominal entre fases.

- Cuadros secundarios y composición.

Se dispondrá de un cuadro secundario alimentado desde el secundario del autotransformador a una tensión de 400 V. Siendo la composición:

CUADRO SECUNDARIO C2 a 400 V					
CTO	DESTINO LÍNEA	CARACT. ELEMENTO		CARACT. ELEMENTO	
		Calibre	Sensibilidad	Calibre	Icu (kA)
-	Interruptor Seccionador			4x40A	6
	ID	4x40A	300mA		
C2-01	Abonadoras			4x25A	6
C2-02	Abonadoras			4x25A	6
C2-03	Maniobras			1P+Nx10A	6
	ID	4x40A	300mA		
C2-04	Alumbrado Almacén			1P+Nx10A	6
C2-05	TC Almacén			1P+Nx16A	6
C2-06	Previsión Alumbrado Caseta Oficinas			1P+Nx10A	6
C2-07	Previsión Tomas Corriente Caseta Oficinas			1P+Nx16A	6

Tabla 10. Descripción de la protección del cuadro secundario C2.

INSTALACIÓN INTERIOR LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN

- Sistema de instalación elegido.

Dadas las características de la instalación, uso y recinto en el que se ubicará, se elige el sistema de instalación en montaje superficial, bien tubo o canal de PVC con tapa, según se trate. Como excepción se tiene el propio circuito de la bomba sumergida que contendrá la línea de alimentación directamente al aire (agua) en el hueco de la perforación.

- Número de circuitos, destinos y puntos de utilización de cada circuito.

Existen diversos circuitos que no se modificarán y se añadirá un nuevo circuito para dar servicio a la nueva bomba prevista en superficie. El detalle de los mismos es:

CUADRO GENERAL C1 a 690 V		
CTO	DESTINO LÍNEA	SECCIÓN (mm ²)
1	Bomba Pozo	3x95
2	Autotrafo 10kVA 690/400 V	3x16
3	Protección contra sobre tensiones	3x16

Tabla 11. Sección en los diferentes puntos del cuadro general C1.

CUADRO SECUNDARIO C2 a 400 V		
CTO	DESTINO LÍNEA	SECCIÓN (mm ²)
C2-01	Abonadoras	4x6
C2-02	Abonadoras	4x6
C2-03	Maniobras	2x1,5
C2-04	Alumbrado Almacén	2x1,5
C2-05	TC Almacén	2x2,5
C2-06	Previsión Alumbrado Caseta Oficinas	2x1,5
C2-07	Previsión Tomas Corriente Caseta Oficinas	2x2,5

Tabla 12. Sección en los diferentes puntos del cuadro secundario C2.

- Conductor de protección.

Se dispondrá de un conductor de protección, cada uno de los circuitos con la misma sección y características que los conductores de fase o conductores activos.

1.14.5 Suministros complementarios

- Socorro

NO procede.

- Reserva

NO procede.

- Duplicado

NO procede.

1.14.6 Alumbrado de emergencia

- Seguridad

NO procede.

- Evacuación

NO procede.

- Ambiente o anti-pánico

NO procede.

- Reemplazamiento

NO procede.

1.14.7 Línea de puesta a tierra

- Tomas de tierra (Electrodos)

Se dispondrán de dos tomas de tierra independientes para las masas. Una para la red de distribución de 690 V y otra para la red de distribución de 400 V.

Se establecerá una toma de tierra independiente para el neutro del secundario del autotransformador, de manera que el sistema de distribución aguas abajo del transformador sea un sistema TT, con el neutro del transformador conectado a tierra directamente y las masas conectadas a una toma de tierra separada mediante el conductor de protección.

Cada uno de estos sistemas de tierra estarán constituidos como mínimo por dos picas de cobre de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro enterradas a una profundidad aproximada de 0'50 m y un juego de conductores desnudos de 25mm².

- Líneas principales de tierra

Serán de la misma sección que las líneas generales de alimentación 50 mm² para el cuadro de 690 V y 16 mm² para los cuadros de 400 V de tensión nominal.

- Derivaciones de las líneas principales de tierra

NO procede.

- Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de la instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos. En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas al embarrado de tierras del cuadro.

Como norma general se establece que tanto la sección de los conductores de protección como del resto de líneas integrantes de la instalación de puesta a tierra, cumplirán en todo momento con lo establecido en la ITC-BT-18.

1.14.8 Red de equipotencialidad

NO procede.

1.14.9 Instalación con fines especiales

NO procede.

2 ANEXOS A LA MEMORIA

2.1 CÁLCULOS

2.1.1 Cálculos de la línea aérea de media tensión

En este apartado se indicarán los cálculos realizados mediante el programa dmElect necesarios para el desarrollo del proyecto.

En primer lugar se introducirán las fórmulas necesarias y la reglamentación utilizada para el cálculo de cada apartado. Y al final del mismo se podrán observar las tablas con los resultados calculados.

2.1.1.1 Cálculos eléctricos

DENSIDAD MÁXIMA DE CORRIENTE Y REACTANCIA

- Tramo línea aérea

La densidad de corriente máxima admisible por el conductor en régimen permanente para corriente alterna trifásica y frecuencia de 50 Hz se obtiene del punto 4.2 de la ITC-LAT 07 del RLEAT.

Para el conductor 47-AL1/8-ST1A, tras aplicar lo reflejado en el punto mencionado, se obtiene un valor de densidad de corriente máxima admisible de:

$$\sigma = 3,748 \text{ A/mm}^2$$

Por lo que la intensidad máxima admitida por el conductor teniendo en cuenta que $S = 54,6 \text{ mm}^2$ es de:

$$I_{\text{máx}} = \sigma S = 204,64 \text{ A}$$

- Tramo línea subterránea

Se tomarán las intensidades máximas admisibles y características de los cables eléctricos dadas por el fabricante del cable. Dichas características vienen dadas en la tabla 2 del apartado 1.12.2 del presente proyecto.

La intensidad de corto circuito admisible, en kA, para cables de aislamiento seco

Intensidad máxima de cortocircuito		
Sección (mm ²)	Conductor (kA)	Pantalla (kA en 1s)
50	7,8	3,13

Tabla 13. Intensidad máxima de cortocircuito.

DENSIDAD DE CORRIENTE

La intensidad máxima admisible que puede circular por el cable subterráneo que se pretende instalar será de 145 A y la sección de 50 mm² resultando una densidad de corriente de 2,90 A/mm² inferior a la máxima autorizada en el vigente reglamento que es de 3,70 A/mm² para el tramo de línea subterránea.

Para el conductor 47-AL1/8-ST1A, según el punto 4.2 de la ITC-LAT 07 del RLEAT, la densidad de corriente máxima admisible de:

$$\sigma = 3,748 \text{ A/mm}^2$$

La potencia a transportar realmente por la línea será de 630 kVA, potencia del transformador a abastecer, lo que equivale a una intensidad que circulará por el conexionado de alta tensión de:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} = \frac{630}{\sqrt{3} \times 20 \times 0,8} = 22,73 \text{ A}$$

Siendo:

P (Potencia en KVA) = 630 kVA

I (Intensidad en amperios)

U (Tensión en KV) = 20 kV

$\cos\varphi$ (Ángulo de desfase) = 0,8

La densidad de corriente máxima que se dispondrá en la instalación será de 0,45 A/mm²

CAÍDA DE TENSIÓN

La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable. Calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximas de los datos suministrados por el fabricante. Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$$

Dónde:

P = Potencia transportada en kVA.

U = Tensión compuesta de la línea en kV.

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la capacidad y la conductancia) viene dada por la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I * (R * \cos\varphi + X * \sin\varphi) * L$$

Donde

ΔU = Caída de la tensión compuesta, expresada en voltios.

I = Intensidad de la línea en amperios.

X = Reactancia por fase y por kilómetro, en ohmios a 50Hz de frecuencia.

R = Resistencia por fase y por kilómetro, en ohmios.

φ = Ángulo de desfase = 0'8.

L = Longitud de la línea en kilómetros.

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta es:

$$\Delta U = \frac{P * L}{10 * U^2 * \cos\varphi} * (R * \cos\varphi + X * \sin\varphi) = \frac{P * L}{10 * U^2 * \cos\varphi} * (R + X * \tan\varphi)$$

Para la potencia a transportar, la caída de tensión es, aplicando las anteriores expresiones, inferior al 5%.

Con la longitud de la línea, y para la caída de tensión máxima admisible del 5% y considerando un $\cos \varphi$ de 0'8, la potencia máxima a transportar por la línea será:

Limitación por intensidad máxima:

$$P_{max} = \sqrt{3} * U * I_{max} * \cos\varphi = \sqrt{3} * 20 * 145 * 0,8 = 4018 \text{ kW}$$

Limitación por caída de tensión:

$$P = \frac{10 * U^2}{(R + X * \tan\varphi) * L} * \Delta U\%$$

Para $\cos \varphi = 0'8$ y un valor de $R = 0'641 \Omega/\text{km}$, tenemos:

$$P = \frac{4833,26}{L} * \Delta U\%$$

Luego la limitación de potencia viene determinada por la máxima intensidad de corriente, y es de 4.018 kW.

PÉRDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea vienen dadas por la fórmula:

$$\Delta P = 3 * R * L * I^2$$

Dónde:

ΔP = Pérdida de potencia en vatios.

Teniendo en cuenta que la pérdida de potencia en tanto por ciento es:

$$\Delta P\% = \frac{P * L * R}{10 * U^2 * \cos^2 \phi}$$

Sustituyendo los valores conocidos de R y U, se tiene para $\cos \phi = 0'8$:

$$\Delta P\% = 2,5 * 10^{-4} * P * L$$

Para la potencia de proyecto (P=500 kW):

$$\Delta P\% = 0'0025 \%$$

Para la potencia máxima transportable (P=4.018 kW):

$$\Delta P\% = 0,020 \%$$

OTRAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

No se describe en este proyecto ninguna otra característica eléctrica.

2.1.1.2 Cálculos mecánicos. Tramo línea subterránea

CONDUCTORES

No aplica. Se trata de una instalación subterránea con conductores instalados en canalización subterránea entubada sobre dado de hormigón en masa.

Las condiciones mecánicas de los conductores del tramo de línea aérea no modifican las condiciones en las que queda instalada y legalizada.

RESISTENCIA MECÁNICA EN CRUZAMIENTOS Y SITUACIONES ESPECIALES DE LÍNEA SUBTERRÁNEA

Tal como se indica en apartados anteriores, la línea subterránea discurre hormigonada, de modo que su resistencia mecánica quedará asegurada.

Sobre el cable enterrado se dispondrá una protección mecánica de hormigón.

La profundidad de dicha línea será la indicada en apartados anteriores, tal como establece la compañía.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN CRUCES, PARALELISMOS Y PASOS

En el trazado de la línea los cruzamientos con conducciones de alcantarillado se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica.

Paralelismos. Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones:

- Con otros conductores de energía eléctrica: Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
- Con canalizaciones de agua: La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no pueda mantenerse estas distancias, la

canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica. Se procurará mantener una distancia mínima de 0,25 m en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

- Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

2.1.1.3 Cálculos mecánicos. Tramo línea aérea de media tensión y apoyos

La tensión máxima en un vano se produce en los puntos de fijación del conductor a los apoyos.

$$T_A = P_0 \cdot Y_A = P_0 \cdot c \cdot \cosh (XA/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh [(X_m - a/2) / c]$$

$$T_B = P_0 \cdot Y_B = P_0 \cdot c \cdot \cosh (XB/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh [(X_m + a/2) / c]$$

$$P_v = K \cdot d / 1000$$

$$K=60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \leq 16 \text{ mm y } v \geq 120 \text{ Km/h}$$

$$K=50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \geq 120 \text{ Km/h}$$

$$P_{vh} = K \cdot D / 1000$$

$$K=60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \geq 60 \text{ Km/h}$$

$$K=50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \geq 60 \text{ Km/h}$$

$$P_h = K \cdot \sqrt{d}$$

$$K=0.18 \text{ Zona B}$$

$$K=0.36 \text{ Zona C}$$

$$P_0 = \sqrt{(P_p^2 + P_v^2)}$$

Zona A, B y C. Hipótesis de viento.

$$c = T_{0h} / P_0$$

$$X_m = c \cdot \ln [z + \sqrt{(1+z^2)}]$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \sinh a/2c)$$

Siendo:

v = Velocidad del viento (Km/h).

T_A = Tensión total del conductor en el punto de fijación al primer apoyo del vano (daN).

T_B = Tensión total del conductor en el punto de fijación al segundo apoyo del vano (daN).

P_0 = Peso total del conductor en las condiciones más desfavorables (daN/m).

P_p = Peso propio del conductor (daN/m).

P_v = Sobrecarga de viento (daN/m).

P_{vh} = Sobrecarga de viento incluido el manguito de hielo (daN/m).

P_h = Sobrecarga de hielo (daN/m).

d = diámetro del conductor (mm).

D = diámetro del conductor incluido el espesor del manguito de hielo (mm).

$Y = c \cdot \cosh(x/c)$ = Ecuación de la catenaria.

c = constante de la catenaria.

Y_A = Ordenada correspondiente al primer apoyo del vano (m).

Y_B = Ordenada correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

X_A = Abscisa correspondiente al primer apoyo del vano (m).

X_B = Abscisa correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

X_m = Abscisa correspondiente al punto medio del vano (m).

a = Proyección horizontal del vano (m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

T_{0h} = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables

Tensión Máxima Horizontal (daN). Es constante en todo el vano.

VANO DE REGULACIÓN

Para cada tramo de línea comprendida entre apoyos con cadenas de amarre, el vano de regulación se obtiene del siguiente modo:

$$a_r = \sqrt{(\sum a^3 / \sum a)}$$

TENSIONES Y FLECHAS DE LA LÍNEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACIÓN DEL CAMBIO DE CONDICIONES.MÁXIMA DE UN APOYO

Partiendo de una situación inicial en las condiciones de tensión máxima horizontal (T_{0h}), se puede obtener una tensión horizontal final (T_h) en otras condiciones diferentes para cada vano de regulación (tramo de línea), y una flecha (F) en esas condiciones finales para cada vano real de ese tramo.

La tensión horizontal en unas condiciones finales dadas se obtiene mediante la Ecuación del Cambio de Condiciones:

$$\begin{aligned} [\delta \cdot L_0 \cdot (t - t_0)] + [L_0/(S \cdot E) \cdot (T_h - T_{0h})] &= L - L_0 \\ L_0 &= c_0 \cdot \sinh [(X_{m0} + a/2) / c_0] - c_0 \cdot \sinh [(X_{m0} - a/2) / c_0] \\ c_0 &= T_{0h}/P_0 ; X_{m0} = c_0 \cdot \ln [z_0 + \sqrt{(1+z_0^2)}] \\ z_0 &= h / (2 \cdot c_0 \cdot \sinh a/2c_0) \\ L &= c \cdot \sinh [(X_m + a/2) / c] - c \cdot \sinh [(X_m - a/2) / c] \\ c &= T_h/P ; X_m = c \cdot \ln [z + \sqrt{(1+z^2)}] \\ z &= h / (2 \cdot c \cdot \sinh a/2c) \end{aligned}$$

Siendo:

δ = Coeficiente de dilatación lineal.

L_0 = Longitud del arco de catenaria en las condiciones iniciales para el vano de regulación (m).

L = Longitud del arco de catenaria en las condiciones finales para el vano de regulación (m).

t_0 = Temperatura en las condiciones iniciales (°C).

t = Temperatura en las condiciones finales (°C).

S = Sección del conductor (mm²).

E = Módulo de elasticidad (daN/mm²).

T_{0h} = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN).

T_h = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano

de regulación (daN).

$a = a_r$ (vano de regulación, m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos, en tramos de un solo vano (m).

$h = 0$, para tramos compuestos por más de un vano.

Obtención de la flecha en las condiciones finales (F), para cada vano real de la línea:

$$F = Y_B - [h/a \cdot (X_B - X_{fm})] - Y_{fm}$$

$$X_{fm} = c \cdot \ln[h/a + \sqrt{1+(h/a)^2}]$$

$$Y_{fm} = c \cdot \cosh(X_{fm}/c)$$

Siendo:

Y_B = Ordenada de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

X_B = Abscisa de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

Y_{fm} = Ordenada del punto donde se produce la flecha máxima (m).

X_{fm} = Abscisa del punto donde se produce la flecha máxima (m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

a = proyección horizontal del vano (m).

- Tensión máxima

Condiciones iniciales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.

- Tracción máxima viento.

$t = -5^\circ\text{C}$.

Sobrecarga: viento (P_v).

- Flecha máxima

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Hipótesis de viento.

$$t = +15\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: Viento (P_v).

b) Hipótesis de temperatura.

$$t = +50\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: ninguna.

c) Hipótesis de hielo.

$$t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: hielo (P_h).

Zona A: Se consideran las hipótesis a) y b).

- Flecha mínima

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.

$$t = -5\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: ninguna

- Desviación cadena aisladores

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$$t = -5\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ en zona A, } -10\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ en zona B y } -15\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ en zona C.}$$

Sobrecarga: mitad de Viento ($P_v/2$).

- Hipótesis de viento. Cálculo de apoyos

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$$t = -5\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ en zona A, } -10\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ en zona B y } -15\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ en zona C.}$$

Sobrecarga: Viento (P_v).

- Tendido de línea

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$$t = -20\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (Sólo zona C).}$$

$t = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Sólo zonas B y C).

$t = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Sólo zonas B y C).

$t = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$t = +5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$t = +10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$t = +15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$t = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$t = +25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$t = +30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$t = +35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$t = +40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$t = +45\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$t = +50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: ninguna.

LIMITE DINÁMICO “EDS”

$$\text{EDS} = (\text{Th} / \text{Qr}) \cdot 100 < 15$$

Siendo:

EDS = Every Day Estress, esfuerzo al cual están sometidos los conductores de una línea la mayor parte del tiempo, correspondiente a la temperatura media o a sus proximidades, en ausencia de sobrecarga.

Th = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN). Zonas A, B y C, $t^a = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: ninguna.

Qr = Carga de rotura del conductor (daN).

HIPÓTESIS DE CÁLCULO DE APOYOS

- Apoyos de líneas situadas en zona A (Altitud inferior a 500 m).

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPÓTESIS 1ª (Viento)	HIPÓTESIS 2ª (Hielo)	HIPÓTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPÓTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) $L = D_{tv}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) $L_t = R_{otv}$
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) $L = D_{tv}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) $L_t = R_{otv}$
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c + R_{avT}$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{avdT}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{avrT}$
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avdL}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avrL}$; $L_t = R_{otv}$
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c + R_{avT}$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{avdT}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{avrT}$
		Res. Angulo (apdo. 3.1.6)		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2)	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2)
	L	$L = R_{avL}$		Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avdL}$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avrL}$; $L_t = R_{otv}$
	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) $L = D_{tv}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) $L_t = R_{otv}$
	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c + R_{avT}$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{avdT}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{avrT}$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avL}$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avdL}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avrL}$; $L_t = R_{otv}$

V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$			Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) $L = D_{tv}$			Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) $L_t = R_{otv}$

V = Esfuerzo vertical T = Esfuerzo transversal L = Esfuerzo longitudinal L_t = Esfuerzo de torsión

- Cargas permanentes

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso de los distintos elementos: conductores con sobrecarga (según hipótesis), aisladores, herrajes.

En todas las hipótesis en zona A y en la hipótesis de viento en zonas B y C, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "P_{cv}" será:

$$P_{cv} = L_v \cdot P_{pv} \cdot \cos \alpha \cdot n \text{ (daN)}$$

$$P_{cvr} = L_v \cdot P_{pv} \cdot \cos \alpha \cdot n_r \text{ (daN)}$$

Siendo:

L_v = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) o -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (m).

P_{pv} = Peso propio del conductor con sobrecarga de viento (daN/m).

P_{cvr} = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de viento para la 4ª hipótesis (daN). □

α = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

n = número total de conductores.

n_r = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las hipótesis en zonas B y C, excepto en la hipótesis 1ª de Viento, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "P_{ch}" será:

$$P_{ch} = L_h \cdot P_{ph} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$P_{chr} = L_h \cdot P_{ph} \cdot n_r \text{ (daN)}$$

Siendo:

L_h = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -15 °C (zona B) o -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (m).

P_{ph} = Peso propio del conductor con sobrecarga de hielo (daN/m).

P_{phr} = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de hielo para la 4ª hipótesis (daN).

n = número total de conductores.

n_r = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las zonas y en todas las hipótesis habrá que considerar el peso de los herrajes y la cadena de aisladores " P_{ca} ", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo " n_c ".

- Esfuerzos del viento

El esfuerzo del viento sobre los conductores " F_{vc} " en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene de la siguiente forma:

- Apoyos alineación

$$F_{vc} = (a_1 \cdot d_1 \cdot n_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot n_2) / 2 \cdot k \text{ (daN)}$$

- Apoyos fin de línea

$$F_{vc} = a/2 \cdot d \cdot n \cdot k \text{ (daN)}$$

- Desequilibrio de tracciones

En la hipótesis 1ª (sólo apoyos fin de línea) en zonas A, B y C y en la hipótesis 3ª en zona A (apoyos alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje), el desequilibrio de tracciones " D_{tv} " se obtiene:

- Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

$$D_{tv} = 15/100 \cdot Th \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{tv} = \text{Abs}((Th1 \cdot n1) - (Th2 \cdot n2)) \text{ (daN)}$$

- Apoyos fin de línea

$$D_{tv} = 100/100 \cdot Th \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

$n, n1, n2$ = número total de conductores.

$h, Th1, Th2$ = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5°C (zona A), -10°C (zona B) y -15°C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

En la hipótesis 2ª (fin de línea) y 3ª (alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje) en zonas B y C, el desequilibrio de tracciones "Dth" se obtiene:

- Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

$$D_{th} = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{th} = \text{Abs}((T_{0h1} \cdot n1) - (T_{0h2} \cdot n2)) \text{ (daN)}$$

- Apoyos fin de línea

$$D_{th} = 100/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

$n, n1, n2$ = número total de conductores.

T_{0h}, T_{0h1}, T_{0h2} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones -15°C (Zona B) y -20°C (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

- Rotura de conductores

El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Rotv" en zona A, aplicado en el punto donde produzca la sollicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

- Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en la tabla.

Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable.

$$\text{Rotv} = T_{0h} \text{ (daN)}$$

- Fin de línea

$$\text{Rotv} = T_{0h} \cdot \text{ncf} \text{ (daN)}$$

$$\text{Rotv} = 2 \cdot T_{0h} \cdot \text{ncf} \text{ (montaje tresbolillo y bandera) (daN)}$$

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

T_{0h} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5°C (zona A), -10°C (zona B) y -15°C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- Resultante de ángulo

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene del siguiente modo:

$$\text{Rav} = \sqrt{((Th1 \cdot n1)^2 + Th2 \cdot n2)^2 - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th2 \cdot n2) \cdot \cos [180 - \alpha]} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavL" y otro en dirección transversal a la línea "RavT".

Siendo:

$n1, n2$ = Número de conductores.

Th1, Th2 = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

α = Angulo que forman Th1 y Th2 (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$$Ravd = \sqrt{((Th1 \cdot n1)^2 + (Th1 \cdot n1 - Dtv)^2 - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th1 \cdot n1 - Dtv) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavdL" y otro en dirección transversal a la línea "RavdT".

Siendo:

n1 = Número de conductores.

Th1 = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

Dtv = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de viento.

α = Angulo que forman Th1 y (Th1 - Dtv) (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$$Ravr = \sqrt{((Th1 \cdot n1)^2 + Th2 \cdot n2)^2 - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th2 \cdot n2) \cdot \cos [180 - \alpha]} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavrL" y otro en dirección transversal a la línea "RavrT".

Siendo:

n1, n2 = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.

Th1, Th2 = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

α = Angulo que forman Th1 y Th2 (gr. sexa.).

- Esfuerzos descentrados

En los apoyos fin de línea, cuando tienen el montaje al tresbolillo o bandera, aparecen por la disposición de la cruceta esfuerzos descentrados en condiciones normales, cuyo valor será:

$$Esdt = T0h \cdot ncf \text{ (daN) (tresbolillo)}$$

$$Esdb = 3 \cdot T0h \cdot ncf \text{ (daN) (bandera)}$$

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

T0h = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima.

- Esfuerzos equivalentes

Los esfuerzos horizontales de los apoyos vienen especificados en un punto de ensayo, situado en la cogolla (excepto en los apoyos de hormigón y de chapa metálica que están 0,25 m por debajo de la cogolla).

Si los esfuerzos están aplicados en otro punto se aplicará un coeficiente reductor o de mayoración.

Coeficiente reductor del esfuerzo nominal. Se aplica para esfuerzos horizontales a mayor altura del punto de ensayo, cuyo valor será:

- Apoyos de celosía y presilla

$$K = 4,6 / (HS + 4,6)$$

- Apoyos de hormigón

$$K = 5,4 / (HS + 5,25)$$

- Apoyos de chapa metálica

$$K = 4,6 / (HS + 4,85)$$

Coeficiente de mayoración del esfuerzo nominal. Se aplica para esfuerzos horizontales a menor altura del punto de ensayo, cuyo valor será:

$$K = H_{En} / H_F$$

Por tanto los esfuerzos horizontales aplicados en el punto de ensayo serán:

$$T = T_c / K$$

$$L = L_c / K$$

El esfuerzo horizontal equivalente soportado por el apoyo será:

Existe solamente esfuerzo transversal.

$$F = T$$

Existe solamente esfuerzo longitudinal.

$$F = L$$

Existe esfuerzo transversal y longitudinal simultáneamente. En apoyos de celosía, presilla, hormigón vibrado hueco y chapa circular.

$$F = T + L$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular con viento sobre la cara secundaria.

$$F = R_U \cdot T + L$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular sin viento o con viento sobre la cara principal.

$$F = T + R_N \cdot L$$

El esfuerzo de torsión aplicado en el punto de ensayo será:

$$L_t = L_{tc} \cdot D_c / D_n$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular el apoyo se orienta con su esfuerzo nominal principal en dirección del esfuerzo mayor (T o L).

Siendo:

H_{En} = Distancia desde el punto de ensayo de los esfuerzos horizontales hasta el terreno (m).

H_S = Distancia por encima de la cogolla, donde se aplican los esfuerzos horizontales (m).

H_F = Distancia desde punto de aplicación de los esfuerzos horizontales hasta el terreno (m).

D_n = Distancia del punto de ensayo del esfuerzo de torsión al eje del apoyo (m).

D_c = Distancia del punto de aplicación de los conductores al eje del apoyo (m).

H_v = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m).

E_{va} = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN).

E_{vaRed} = Esfuerzo del viento sobre el apoyo reducido al punto de ensayo (daN).

$E_{vaRed} = E_{va} \cdot H_v / H_{En}$

R_U = Esfuerzo nominal principal / (Esfuerzo nominal secundario – E_{vaRed}).

R_N = Esfuerzo nominal principal / Esfuerzo nominal secundario.

T_c = Esfuerzo transversal en el punto de aplicación de los conductores (daN).

L_c = Esfuerzo longitudinal en el punto de aplicación de los conductores (daN).

L_{tc} = Esfuerzo de torsión en el punto de aplicación de los conductores (daN).

F = Esfuerzo horizontal equivalente (daN).

T = Esfuerzo transversal en el punto de ensayo (daN).

L = Esfuerzo longitudinal en el punto de ensayo (daN).

L_t = Esfuerzo de torsión en el punto de ensayo (daN).

- Apoyo adoptado

El apoyo adoptado deberá soportar la combinación de esfuerzos considerados en cada hipótesis (V, F, L_t). A estos esfuerzos se le aplicará un coeficiente de seguridad si el apoyo es reforzado.

- Hipótesis sin esfuerzo de torsión

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:

$$E_n \geq F$$

En apoyos de hormigón el esfuerzo vertical debe cumplir la ecuación:

$$V_n \geq V$$

En apoyos que no sean de hormigón se aplicará la ecuación resistente:

$$(3 \cdot V_n) \geq V$$

$$(5 \cdot E_n + V_n) \geq (5 \cdot F + V)$$

- Hipótesis con esfuerzo de torsión

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:

$$E_n \geq F$$

El esfuerzo vertical debe cumplir la ecuación:

$$V_{nt} \geq V$$

El esfuerzo de torsión debe cumplir la ecuación:

$$E_T \geq L_t$$

Siendo:

V = Cargas verticales.

F = Esfuerzo horizontal equivalente.

L_t = Esfuerzo de torsión.

E_n = Esfuerzo nominal sin torsión del apoyo.

E_{nt} = Esfuerzo nominal con torsión del apoyo.

V_n = Esfuerzo vertical sin torsión del apoyo.

V_{nt} = Esfuerzo vertical con torsión del apoyo.

E_T = Esfuerzo de torsión del apoyo.

CIMENTACIONES

Las cimentaciones se podrán realizar mediante zapatas monobloque o zapatas aisladas.

En ambos casos se producirán dos momentos, uno debido al esfuerzo en punta y otro debido al viento sobre el apoyo.

Estarán situados los dos momentos, horizontalmente en el centro del apoyo y verticalmente a ras de tierra.

- Momento debido al esfuerzo en punta

El momento debido al esfuerzo en punta "Mep" se obtiene:

$$M_{ep} = E_p \cdot H_{rc}$$

Siendo:

E_p = Esfuerzo en punta (daN).

H_{rc} = Altura de la resultante de los conductores (m).

- Momento debido al viento sobre el apoyo

El momento debido al esfuerzo del viento sobre el apoyo "Mev" se obtiene:

$$M_{ev} = E_v \cdot H_v$$

Siendo:

E_v = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN). Según apdo. 3.1.2.3 se obtiene:

$E_v = 170 \cdot (v/120)^2 \cdot S$ (apoyos de celosía).

$E_v = 100 \cdot (v/120)^2 \cdot S$ (apoyos con superficies planas).

$E_v = 70 \cdot (v/120)^2 \cdot S$ (apoyos con superficies cilíndricas).

v = Velocidad del viento (Km/h).

S = Superficie definida por la silueta del apoyo (m^2).

η = Coeficiente de opacidad. Relación entre la superficie real de la cara y el área definida por su silueta.

H_v = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m). Se obtiene:

$$H_v = H/3 \cdot (d_1 + 2 \cdot d_2) / (d_1 + d_2) \text{ (m)}$$

H = Altura total del apoyo (m).

d_1 = anchura del apoyo en el empotramiento (m).

d_2 = anchura del apoyo en la cogolla (m).

- Zapatas monobloque

Las zapatas monobloque están compuestas por macizos de hormigón de un solo bloque.
Momento de fallo al vuelco.

Para que un apoyo permanezca en su posición de equilibrio, el momento creado por las fuerzas exteriores a él ha de ser absorbido por la cimentación, debiendo cumplirse por tanto:

$$M_f \geq 1,65 \cdot (M_{ep} + M_{ev})$$

Siendo:

M_f = Momento de fallo al vuelco. Momento absorbido por la cimentación (daN · m).

M_{ep} = Momento producido por el esfuerzo en punta (daN · m).

M_{ev} = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN · m).

Momento absorbido por la cimentación

El momento absorbido por la cimentación " M_f " se calcula por la fórmula de Sulzberger:

$$M_f = [139 \cdot C_2 \cdot a \cdot h^4] + [a^3 \cdot (h + 0,20) \cdot 2420 \cdot (0,5 - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{(1,1 \cdot h/a \cdot 1/10 \cdot C_2)})]$$

Siendo:

C_2 = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m (daN/cm³).

a = Anchura del cimiento (m).

h = Profundidad del cimiento (m).

CADENA DE AISLADORES

- Cálculo eléctrico

El grado de aislamiento respecto a la tensión de la línea se obtiene colocando un número de aisladores suficiente "NAis", cuyo número se obtiene:

$$NAis = Nia \cdot Ume / Llf$$

Siendo:

NAis = número de aisladores de la cadena.

Nia = Nivel de aislamiento recomendado según las zonas por donde atraviesa la línea (cm/kV).

Ume = Tensión más elevada de la línea (kV).

Llf = Longitud de la línea de fuga del aislador elegido (cm).

- Cálculo mecánico

Mecánicamente, el coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores "Csm" ha de ser mayor de 3.

El aislador debe soportar las cargas normales que actúan sobre él.

$$Csmv = Qa / (Pv + Pca) > 3$$

Siendo:

Csmv = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas normales.

Qa = Carga de rotura del aislador (daN).

Pv = El esfuerzo vertical transmitido por los conductores al aislador (daN).

Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

El aislador debe soportar las cargas anormales que actúan sobre él.

$$Csmh = Qa / (Toh \cdot ncf) > 3$$

Siendo:

Csmh = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas anormales.

Qa = Carga de rotura del aislador (daN).

Toh = Tensión horizontal máxima en las condiciones más desfavorables (daN).

ncf = número de conductores por fase.

- Longitud de la cadena

La longitud de la cadena Lca será:

$$Lca = NAis \cdot LAis \text{ (m)}$$

Siendo:

Lca = Longitud de la cadena (m).

NAis = número de aisladores de la cadena.

LAis = Longitud de un aislador (m).

- Peso de la cadena

El peso de la cadena Pca será:

$$Pca = NAis \cdot PAis \text{ (daN)}$$

Siendo:

Pca = Peso de la cadena (daN).

NAis = número de aisladores de la cadena.

PAis = Peso de un aislador (daN).

- Esfuerzo del viento sobre la cadena

El esfuerzo del viento sobre la cadena E_{ca} será:

$$E_{ca} = k \cdot (DA_{is} / 1000) \cdot L_{ca} \text{ (daN)}$$

Siendo:

E_{ca} = Esfuerzo del viento sobre la cadena (daN).

$k = 70 \cdot (v/120)^2$. Según apdo 3.1.2.2.

v = Velocidad del viento (Km/h).

DA_{is} = Diámetro máximo de un aislador (mm).

L_{ca} = Longitud de la cadena (m).

DISTANCIAS DE SEGURIDAD

- Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

$$D = D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (m), mínimo 6 m.}$$

Siendo:

D_{add} = Distancia de aislamiento adicional (m).

D_{el} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

- Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí " D " debe ser como mínimo:

$$D = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot D_{pp} \text{ (m)}.$$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre $L=0$.

F = Flecha máxima (m).

$k' = 0,75$.

D_{pp} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

- Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo " d_s " será de:

$d_s = D_{el} \text{ (m)}$, mínimo de 0,2 m.

Siendo:

D_{el} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

ANGULO DE DESVIACIÓN DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en apoyos de alineación y de ángulo sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena " γ " no podrá ser superior al ángulo " μ " máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo.

$\text{tg } \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P \cdot X^{\circ}C + V/2 + P_{ca}/2) = E_{tv} / P_t$, en apoyos de alineación.

$\text{tg } \gamma = (P_v \cdot \cos[(180-\alpha)/2] + R_{av} + E_{ca}/2) / (P \cdot X^{\circ}C + V/2 + P_{ca}/2) = E_{tv} / P_t$, en apoyos de ángulo.

Siendo:

$\text{tg } \gamma$ = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

P_v = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).

E_{ca} = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).

$P \cdot X^{\circ}C + V/2$ = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una T^a X (-5 °C en zona A, -10°C en zona B, -15 °C en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

P_{ca} = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

α = Ángulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).

R_{av} = Resultante de ángulo en las condiciones de -5 °C en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena " γ " es mayor del ángulo máximo permitido " μ ", se deberá colocar un contrapeso de valor:

$$G = E_{tv} / \text{tg } \mu \cdot P_t$$

DESVIACIÓN HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCIÓN DEL VIENTO

$$dH = z \cdot \text{sen } \alpha$$

Siendo:

dH = Desviación horizontal de las catenarias por la acción del viento (m).

z = Distancia entre el punto de la catenaria y la recta de unión de los puntos de sujeción (m).

α = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

TENSIÓN MÁXIMA DE UN APOYO

La tensión máxima en un vano se produce en los puntos de fijación del conductor a los apoyos.

2.1.1.4 Línea de alta tensión

DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Tensión de la línea: 20 kV.

Tensión más elevada de la línea: 24 kV.

Velocidad del viento: 120 km/h.

Zonas: A.

CONDUCTOR.

Denominación: LA-56.

Sección: 54.6 mm².

Diámetro: 9.45 mm.

Carga de Rotura: 1640 daN.

Módulo de elasticidad: 7900 daN/mm².

Coefficiente de dilatación lineal: $19.1 \cdot 10^{-6}$.

Peso propio: 0.185 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de viento: 0.596 daN/m.

Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: 0.339 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 0.738 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 1.292 daN/m.

TENSIÓN MÁXIMA EN LA LÍNEA Y COMPONENTE HORIZONTAL

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS.

VANO DE REGULACIÓN

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS.

TENSIONES HORIZONTALES Y FLECHAS EN DETERMINADAS CONDICIONES

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

LIMITE DINÁMICO EDS

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

APOYOS

Ver en la tabla de CÁLCULO DE APOYOS.

CIMENTACIONES

Ver en la tabla de CALCULO DE CIMENTACIONES.

CADENA DE AISLADORES

Ver en la tabla de CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES.

DISTANCIA DE SEGURIDAD

- Distancia de los conductores al terreno.

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

$$dst = Dadd + Del = 5,3 + 0.22 = 5.52 \text{ m.}; \text{mínimo } 6\text{m.}$$

$$dst = 6 \text{ m.}$$

$$dstais = 6 \text{ m.}$$

$$dstrec = 6 \text{ m.}$$

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional, para asegurar el valor Del con el terreno.

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

- Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí D debe ser como mínimo:

$$Ddes = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$$

$$Drec = 1/3 \cdot k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.

F = Flecha máxima (m).

Dpp = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

- apoyo 1

$$Ddes = 0,65 \cdot (2,25 + 0) + 0,75 \cdot 0,25 = 1,16 \text{ m}$$

- apoyo 2

$$D_{des} = 0,65 \cdot (2,25 + 0,56) + 0,75 \cdot 0,25 = 1,28 \text{ m}$$

- apoyo 3

$$D_{des} = 0,65 \cdot (2,29 + 0,56) + 0,75 \cdot 0,25 = 1,29 \text{ m}$$

- apoyo 4

$$D_{des} = 0,65 \cdot (2,29 + 0) + 0,75 \cdot 0,25 = 1,17 \text{ m}$$

- Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo d_{sa} será de:

$$d_{sa} = D_{el} = 0,22 \text{ m.}; \text{mínimo } 0,2 \text{ m.}$$

$$d_{sa} = 0,22 \text{ m.}$$

Siendo:

D_{el} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

ANGULO DE DESVIACIÓN DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en los apoyos sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena “ γ ” no podrá ser superior al ángulo “ μ ” máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo.

$$\text{tg } \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P \cdot X^{\circ}C + V/2 + P_{ca}/2) = E_{tv} / P_t, \text{ en apoyos de alineación.}$$

$\text{tg } \gamma = (P_v \cdot \cos[(180 - \alpha)/2] + R_{av} + E_{ca}/2) / (P \cdot X^\circ C + V/2 + P_{ca}/2) = E_{tv} / P_t$, en apoyos de ángulo.

Siendo:

$\text{tg } \gamma$ = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

P_v = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).

E_{ca} = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).

$P \cdot X^\circ C + V/2$ = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una $T^\circ X$ (-5 °C en zona A, -10 °C en zona B, -15 °C en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

P_{ca} = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

α = Ángulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).

R_{av} = Resultante de ángulo en las condiciones de -5 °C en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena " γ " es mayor del ángulo máximo permitido " μ ", se deberá colocar un contrapeso de valor:

$$G = E_{tv} / \text{tg } \mu \cdot P_t$$

- Apoyos con cadenas de suspensión.

apoyo 2

$$\text{tg } \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P \cdot 5^\circ C + V/2 + P_{ca}/2) = (34,03 + 0,8/2) / (23,69 + 1,8/2) = 1,4.$$

$$\gamma = 54,47^\circ$$

$$\mu = 66,87^\circ$$

apoyo 3

$$\operatorname{tg} \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P \cdot 5^\circ C + V/2 + P_{ca}/2) = (34,18 + 0,8/2) / (23,77 + 1,8/2) = 1,4.$$

$$\gamma = 54,49^\circ$$

$$\mu = 66,87^\circ$$

TENSIÓN Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima						
					-5°C+V Toh(daN)	-10°C+V Toh(daN)	-15°C+H Toh(daN)	-15°C+H+V Toh(daN)	-15°C+V Toh(daN)	-20°C+H Toh(daN)	-20°C+H+V Toh(daN)
1- 2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	120	0,79	120,34	545,2						
2- 3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	120	0	120,34	545,2						
3- 4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	121	-0,79	120,34	545,2						

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Flecha Máxima						Hipótesis Flecha Mínima		
					15°C+V		50°C		0°C+H		-5°C F(m)	-15°C F(m)	-20°C F(m)
					Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)			
1-2	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	120	0,79	120,34	476,5	2,25	154,4	2,16			1,04		
2-3	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	120	0	120,34	476,5	2,25	154,4	2,16			1,04		
3-4	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	121	-0,79	120,34	476,5	2,29	154,4	2,19			1,06		

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Cálculo Apoyos					Desviación Cadenas Aisladores		
					-5°C+V Th(daN)	-10°C+V Th(daN)	-15°C+H Th(daN)	-15°C+V Th(daN)	-20°C+H Th(daN)	-5°C+V/2 Th(daN)	-10°C+V/2 Th(daN)	-15°C+V/2 Th(daN)
1-2	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	120	0,79	120,34	545,2					410,6		
2-3	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	120	0	120,34	545,2					410,6		
3-4	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	121	-0,79	120,34	545,2					410,6		

TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	-20°C		-15°C		-10°C		-5°C		0°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
1-2	LA-56 (47-AL1/8- ST1A)	120	0,79	120,34							320,5	1,04	295	1,13
2-3	LA-56 (47-AL1/8- ST1A)	120	0	120,34							320,5	1,04	295	1,13
3-4	LA-56 (47-AL1/8- ST1A)	121	-0,79	120,34							320,5	1,06	295	1,15

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
1-2	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	120	0,79	120,34	271,9	1,23	251,2	1,33	233	1,43	217	1,54	202,9	1,64
2-3	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	120	0	120,34	271,9	1,23	251,2	1,33	233	1,43	217	1,54	202,9	1,64
3-4	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	121	-0,79	120,34	271,9	1,25	251,2	1,35	233	1,45	217	1,56	202,9	1,67

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		EDS
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	120	0,79	120,34	190,6	1,75	179,8	1,85	170,3	1,96	161,8	2,06	154,4	2,16	14,21
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	120	0	120,34	190,6	1,75	179,8	1,85	170,3	1,96	161,8	2,06	154,4	2,16	14,21
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	121	-0,79	120,34	190,6	1,78	179,8	1,88	170,3	1,99	161,8	2,09	154,4	2,19	14,21

CALCULO DE APOYOS

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)°C+V				Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)°C+H			
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)
1	Fin Línea		90,4	106,9	1.635,5					
2	Alin. Susp.		270,4	237,4						
3	Alin. Susp.		270,6	238,4						
4	Fin Línea		90,7	107,8	1.635,5					

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)°C+V				Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)°C+H			
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)
1	Fin Línea		90,4	106,9	1.635,5					
2	Alin. Susp.		270,4	237,4						
3	Alin. Susp.		270,6	238,4						
4	Fin Línea		90,7	107,8	1.635,5					

APOYOS ADOPTADOS

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur.	Angulo gr.sex.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf.punta c.Tors. (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)	Esf.Ver. c.Tors. (daN)	Esfuer. Torsión (daN)	Dist. Torsión (m)	Peso (daN)
1	Fin Línea	Celosía recto	N		12	2.000		1.150	600	600	1.400	1,5	
2	Alin. Susp.	Celosía recto	N		12	1.000			600	600	700	1,5	
3	Alin. Susp.	Celosía recto	N		12	1.000			600	600	700	1,5	
4	Fin Línea	Celosía recto	N		12	2.000		1.150	600	600	1.400	1,5	

CRUCETA ADOPTADAS

Apoyo	Tipo	Constitución	Montaje	D.Cond. Cruceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert. Brazos (m)	e D.eje jabalcón (m)	f D.ref. jabalcón (m)	g Altura Tirante (m)	Peso (daN)
1	Fin Línea	Celosía recto	Horizontal	1,25	1,25							55
2	Alin. Susp.	Celosía recto	Bóveda Triana.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
3	Alin. Susp.	Celosía recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
4	Fin Línea	Celosía recto	Horizontal	1,25	1,25							55

CALCULO DE CIMENTACIONES

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Libre Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)
1	Fin Línea	2.000	10,15	20.300	341,6	4,59	1.566,5	21.866,5
2	Alin. Susp.	1.000	10,5	10.500	310,3	4,73	1.468,5	11.968,5
3	Alin. Susp.	1.000	10,5	10.500	310,3	4,73	1.468,5	11.968,5
4	Fin Línea	2.000	10,15	20.300	341,6	4,59	1.566,5	21.866,5

Apoyo	Tipo	Ancho Cimen. A(m)	Alto Cimen. H(m)	MONOBLOQUE		ZAPATAS AISLADAS									
				Coefic. Comp. (daN/m ³)	Mom.Absorbido por la cimentac. (daN.m)	Volum. Horm. (m ³)	Peso Horm. (daN)	Volum. Tierra (m ³)	Dens. Tierra (Kg/m ³)	Peso Tierra (daN)	Esf.Roz. Tierra (daN)	Esf. Montan. (daN)	Esf. Vert. (daN)	Coef. Seg.	Res.Cál. Tierra (daN/cm ²)
1	Fin Línea	1,2	2,1	10	36.358,75										
2	Alin. Susp.	1,24	1,75	10	19.916,77										
3	Alin. Susp.	1,24	1,75	10	19.916,77										
4	Fin Línea	1,2	2,1	10	36.358,75										

CALCULO DE CADENA DE AISLADORES

Apoyo	Tipo	Denom.	Qa (daN)	Diam. Aisl. (mm)	Lif (mm)	Long. Aisl. (m)	Peso Aisl. (daN)
1	Fin Línea	U70YB20	7.000	60	480	0,38	1,8
2	Alin. Susp.	U70YB20	7.000	60	480	0,38	1,8
3	Alin. Susp.	U70YB20	7.000	60	480	0,38	1,8
4	Fin Línea	U70YB20	7.000	60	480	0,38	1,8

Apoyo	Tipo	N.Cad.	Denom.	N.Ais.	Nia (cm/KV)	Lca (m)	L.Alarg. (m)	Pca (daN)	Eca (daN)	Pv+Pca (daN)	Csmv	Toh · ncf (daN)	Csmh
1	Fin Línea	³ C.Am.	U.70Y.B20	1	1,7	0,56		1,8	1,6	11,79	593,55	546,23	12,82
2	Alin. Susp.	³ C.Su.	U.70Y.B20	1	1,7	0,56		1,8	1,6	25,13	278,54	68,09	102,81
3	Alin. Susp.	³ C.Su.	U.70Y.B20	1	1,7	0,56		1,8	1,6	25,21	277,62	68,37	102,38
4	Fin Línea	³ C.Am.	U.70Y.B20	1	1,7	0,56		1,8	1,6	11,9	588,47	546,25	12,81

CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. -20°C (daN)	Esf.Vert. -15°C (daN)	Esf.Vert. -5°C (daN)
1	Fin Línea			32,4
2	Alin. Susp.			78,3
3	Alin. Susp.			78,6
4	Fin Línea			32,7

FLECHAS EN HIPÓTESIS DE TRACCIÓN MÁXIMA

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima						
					-5°C+V F(m)	-10°C+V F(m)	-15°C+H F(m)	-15°C+H+V F(m)	-15°C+V F(m)	-20°C+H F(m)	-20°C+H+V F(m)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	120	0,79	120,34	1,97						
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	120	0	120,34	1,97						
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	121	-0,79	120,34	2						

2.1.2 Cálculo del centro de transformación de intemperie

2.1.2.1 Intensidad de alta tensión

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 20 kV.

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Potencia: 250 kVA.

Tensión: 20.000 V.

La intensidad será:

$$I_p = \frac{250}{\sqrt{3} * 20} = 7,22A$$

2.1.2.2 Intensidad de baja tensión

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro.

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0,69 kV.

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores:

$$I = \frac{250}{\sqrt{3} * 0,69} = 209,18A$$

2.1.2.3 Cortocircuitos

Se calculará la corriente de cortocircuito a la salida del transformador; en el lado de alta tensión ésta depende de las características de la instalación de la empresa suministradora (potencia del generador y reactancia de la línea de alta), se considerará una potencia de cortocircuito de 350 MVA a efectos de protecciones y cálculos.

CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

U = Tensión primaria en kV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No se calcula ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} * V} = \frac{350}{\sqrt{3} * 20} = 10,1 kA$$

CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

$$I_{cc} = \frac{100 * I_n}{V_{cc}} = \frac{100 * 209,18}{5} = 4,18 kA$$

2.1.2.4 Dimensionado del embarrado

El tipo de centro de transformación previsto, que es un compacto bajo poste, el cual se conecta a alta tensión directamente de la red mediante una LSMT de cable aislado del tipo HEPRZ1. Por lo que no proceden cálculos de embarrado alguno (ver apartados de cálculos de la LSMT).

COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

NO aplica

COMPROBACIÓN POR SOLICITANTE ELECTRODINÁMICA

NO aplica

COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

NO aplica

2.1.2.5 Protecciones contra sobrecarga y cortocircuitos

SELECCIÓN DE LOS FUSIBLES DE AT Y BT

- Alta tensión

Serán de 10 A de alto poder de ruptura y 350 MVA

- Baja tensión

La protección se llevará a cabo mediante fusibles tipo NH1 de 400A instalados en la caja general de protección del suministro de BT.

AJUSTE DEL DISPOSITIVO TÉRMICO O DE LOS RELÉS

NO procede, puesto que la protección se llevará a cabo mediante fusibles, y no existirán dispositivos regulables.

2.1.2.6 Dimensionado de la ventilación del CT

La superficie de la rejilla de entrada de aire para la ventilación del transformador se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$S_{vent} = \frac{6,3 * (P_v + P_c)}{[h * (T_s - T_e)^3]^{\frac{1}{2}}}$$

En la que:

P_v = Pérdidas del transformador en vacío expresadas en KW.

P_c = Pérdidas del transformador en cortocircuito en KW.

h = Distancia vertical entre centros de rejillas, 0,60 m.

$T_s - T_e$ = Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida.

Sustituyendo valores se obtiene:

Potencia transformador: 250kVA

Potencia Pérdidas: 3,9kW

Sección Rejilla: 0,55m²

La sección calculada es inferior a la real (1,2 m² total), por lo que se considera válida.

2.1.2.7 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

2.1.2.8 Cálculos eléctricos de la línea

DENSIDAD MÁXIMA DE CORRIENTE

Al tratarse de una línea con un terno de cables unipolares por el mismo tubo, se utilizarán los valores de intensidad máxima admisible indicados en la *Tabla 12* de la ITC-LAT 6, calculados para una resistividad térmica del tubo de 3,5 K·m/W y para un diámetro interior del tubo superior a 1,5 veces del diámetro equivalente de la terna de cables unipolares.

Sección (mm ²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255
185	345	270	355	280	375	290
240	400	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

Se calcula el caso más desfavorable donde la resistividad térmica media del terreno es de 1,5 K·m/W, con una profundidad de enterramiento del cable de 0,80 m y una temperatura ambiente del terreno a esa profundidad de 25 °C.

La intensidad máxima admisible por el conductor se obtendría tras aplicar el correspondiente coeficiente corrector.

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤ 185 mm ²	> 185 mm ²	≤ 185 mm ²	> 185 mm ²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Obteniendo una Intensidad máxima admisible de $I_{\text{máx}} = 180 \times 1,02 = 183,6$ A. La densidad de corriente resulta $7'22/50 = 0.144$ A/mm², inferior a 4.

POTÉNCIA MÁXIMA

Considerando un $\cos \phi = 0'9$, la potencia máxima a transportar por la línea será:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\text{máx}} \cdot \cos \phi = \sqrt{3} \cdot 20 \cdot 183,6 \cdot 0'9 = 5724,08 \text{ kW}$$

Donde:

P= Potencia transportada en kilovatios.

U= Tensión compuesta de la línea en kilovoltios.

ϕ = Ángulo de desfase.

Muy superior a la del transformador instalado.

REACTANCIA Y RESISTENCIA

La resistencia para conductor de aluminio de 50 mm² es de 0.6136 ohm / km

La reactancia se toma del catálogo del fabricante previsto para instalación (general cable) teniendo en cuenta la sección prevista y la disposición en tresbolillo:

$$X = 0.136 \text{ ohm / km}$$

CAIDA DE TENSIÓN

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la capacidad y la perditancia) viene dada por la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi) \cdot L$$

Donde

ΔU = Caída de la tensión compuesta, expresada en voltios.

I = Intensidad de la línea en amperios.

X = Reactancia por fase y por kilómetro, en ohmios

R = Resistencia por fase y por kilómetro, en ohmios.

φ = Ángulo de desfase.

L = Longitud de la línea en kilómetros.

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$$

Donde:

P = Potencia transportada en kilovatios.

U = Tensión compuesta de la línea en kilovoltios.

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta es:

$$\Delta U = \frac{P * L}{10 * U^2 * \cos\varphi} * (R * \cos\varphi + X * \sin\varphi) = \frac{P * L}{10 * U^2 * \cos\varphi} * (R + X * \tan\varphi)$$

Sustituyendo los valores conocidos de $R = 0,6136 \Omega/\text{km}$ y $U = 20 \text{ kV}$, se tiene para $\cos \varphi = 0,9$ y con una longitud del tramo de línea de 0.01 Kilómetros.

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{4985.5}$$

Para la potencia máxima del CT ($P=250 \text{ kW}$):

$$\Delta U\% = 0,0005 \%$$

PERDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea vienen dadas por la fórmula:

$$\Delta P = 3 * R * L * I^2$$

dónde:

ΔP = Pérdida de potencia en vatios.

Teniendo en cuenta que la pérdida de potencia en tanto por ciento es:

$$\Delta P\% = \frac{P * L * R}{10 * U^2 * \cos^2 \varphi}$$

Sustituyendo los valores conocidos de $R = 0,6136 \Omega / \text{km}$ y $U = 20 \text{ kV}$, se tiene para $\cos \varphi = 0,9$:

$$\Delta P\% = 1,892 * 10^{-4} * P * L$$

Con una longitud de línea de 0.01 Kilómetros. Para la potencia del CT ($P=250 \text{ kW}$):

$$\Delta P\% = 0,000473 \%$$

PROTECCIÓN ELÉCTRICA

Según se describe en apartados anteriores, las corrientes nominales y de cortocircuito son de 7,22 A y 10'1 kA, por lo que los fusibles elegidos de 10 A y a.p.r. de 350MVA son aptos para la protección de la línea.

2.1.2.9 Cálculos del apoyo de entronque

El cálculo del apoyo del entronque está realizado en el apartado de “*Línea Aérea*” que abastecerá al centro de transformación.

A continuación, se reproducen los resultados obtenidos en el cálculo, como apoyo fin de línea.

DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Tensión de la línea: 20 kV.

Tensión más elevada de la línea: 24 kV.

Velocidad del viento: 120 km/h.

Zonas: A.

CONDUCTOR

Denominación: LA-56.

Sección: 54.6 mm².

Diámetro: 9.45 mm.

Carga de Rotura: 1640 daN.

Módulo de elasticidad: 7900 daN/mm².

Coefficiente de dilatación lineal: $19.1 \cdot 10^{-6}$.

Peso propio: 0.185 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de viento: 0.596 daN/m.

Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: 0.339 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 0.738 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 1.292 daN/m.

TENSIÓN MÁXIMA EN LA LÍNEA Y COMPONENTE HORIZONTAL

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS.

- VANO DE REGULACIÓN.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS.

- TENSIONES HORIZONTALES Y FLECHAS EN DETERMINADAS CONDICIONES.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

- LIMITE DINÁMICO EDS.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

- APOYOS.

Ver en la tabla de CALCULO DE APOYOS.

- CIMENTACIONES.

Ver en la tabla de CALCULO DE CIMENTACIONES.

- CADENAS DE AISLADORES.

Ver en la tabla de CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES.

DISTANCIA DE SEGURIDAD, DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de:

$$dst = Dadd + Del = 5,3 + 0.22 = 5.52 \text{ m.}; \text{mínimo } 6\text{m.}$$

$$dst = 6 \text{ m.}$$

$$dstais = 6 \text{ m.}$$

$$dstrec = 6 \text{ m.}$$

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional, para asegurar el valor Del con el terreno.

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

- DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ENTRE SÍ

La distancia de los conductores entre sí D debe ser como mínimo:

$$D_{des} = k \cdot (F + L) + k' \cdot D_{pp}$$
$$D_{rec} = 1/3 \cdot k \cdot (F + L) + k' \cdot D_{pp}$$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre $L=0$.

F = Flecha máxima (m).

D_{pp} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

apoyo 4

$$D_{des} = 0,65 \cdot (2,29 + 0) + 0,75 \cdot 0,25 = 1,17 \text{ m}$$

- DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL APOYO

La distancia mínima de los conductores al apoyo d_{sa} será de:

$$d_{sa} = D_{el} = 0,22 \text{ m.}; \text{mínimo } 0,2 \text{ m.}$$

$$d_{sa} = 0,22 \text{ m.}$$

Siendo:

D_{el} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

ÁNGULO DE DESVIACIÓN DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en los apoyos sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena no podrá ser superior al ángulo máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo.

$\text{tg } \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P \cdot X^{\circ}C + V/2 + P_{ca}/2) = E_{tv} / P_t$, en apoyos de alineación.

$\text{tg } \gamma = (P_v \cdot \cos[(180-\alpha)/2] + R_{av} + E_{ca}/2) / (P \cdot X^{\circ}C + V/2 + P_{ca}/2) = E_{tv} / P_t$, en apoyos de ángulo.

Siendo:

$\text{tg } \gamma$ = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

P_v = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).

E_{ca} = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).

$P \cdot X^{\circ}C + V/2$ = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una T^a X (- 5 °C en zona A, -10 °C en zona B, -

15 °C en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

P_{ca} = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

α = Ángulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).

R_{av} = Resultante de ángulo en las condiciones de -5 °C en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena " γ " es mayor del ángulo máximo permitido " μ ", se deberá colocar un contrapeso de valor:

$$G = E_{tv} / \text{tg } \mu \cdot P_t$$

Apoyos con cadenas de suspensión.

apoyo 2

$$\text{tg } \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P \cdot 5^\circ\text{C} + V/2 + P_{ca}/2) = (34,03 + 0,8/2) / (23,69 + 1,8/2) = 1,4.$$

$$\gamma = 54,47^\circ$$

$$\mu = 66,87^\circ$$

apoyo 3

$$\text{tg } \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P \cdot 5^\circ\text{C} + V/2 + P_{ca}/2) = (34,18 + 0,8/2) / (23,77 + 1,8/2) = 1,4.$$

$$\gamma = 54,49^\circ$$

$$\mu = 66,87^\circ$$

TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS.

TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima						
					-5°C+V Toh(daN)	-10°C+V Toh(daN)	-15°C+H Toh(daN)	-15°C+H+V Toh(daN)	-15°C+V Toh(daN)	-20°C+H Toh(daN)	-20°C+H+V Toh(daN)
3-4	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	121	-0,79	120,34	545,2						

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Flecha Máxima						Hipótesis Flecha Mínima		
					15°C+V		50°C		0°C+H		-5°C F(m)	-15°C F(m)	-20°C F(m)
					Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)			
3-4	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	121	-0,79	120,34	476,5	2,29	154,4	2,19			1,06		

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Cálculo Apoyos					Desviación Cadenas Aisladores		
					-5°C+V Th(daN)	-10°C+V Th(daN)	-15°C+H Th(daN)	-15°C+V Th(daN)	-20°C+H Th(daN)	-5°C+V/2 Th(daN)	-10°C+V/2 Th(daN)	-15°C+V/2 Th(daN)
3-4	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	121	-0,79	120,34	545,2					410,6		

TENSIONES Y FLECHAS DEL TENDIDO

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	-20°C		-15°C		-10°C		-5°C		0°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
3-4	LA-56 (47-AL1/8- ST1A)	121	-0,79	120,34							320,5	1,06	295	1,15

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
3-4	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	121	-0,79	120,34	271,9	1,25	251,2	1,35	233	1,45	217	1,56	202,9	1,67

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		EDS
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	121	-0,79	120,34	190,6	1,78	179,8	1,88	170,3	1,99	161,8	2,09	154,4	2,19	14,21

CALCULOS DE APOYOS

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)°C+V				Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)°C+H			
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)
3	Alin. Susp.		270,6	238,4						
4	Fin Línea		90,7	107,8	1.635,5					

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.	Hipótesis 3ª (Desequilibrio de tracciones) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Hipótesis 4ª (Rotura de conductores) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Dist.Lt (m)	Dist.Min. Cond. (m)
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)		
3	Alin. Susp.		270,6	0,1	148,6							1,29
4	Fin Línea						80,6			454,3	1,5	1,17

APOYOS ADOPTADOS

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur.	Angulo gr.sex.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf.punta c.Tors. (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)	Esf.Ver. c.Tors. (daN)	Esfuer. Torsión (daN)	Dist. Torsión (m)	Peso (daN)
4	Fin Línea	Celosía recta	N		12	2.000		1.150	600	600	1.400	1,5	

CRUCETAS ADOPTADAS

Apoyo	Tipo	Constitución	Montaje	D.Cond. Cruceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert. Brazos (m)	e D.eje jabalcón (m)	f D.ref. jabalcón (m)	g Altura Tirante (m)	Peso (daN)
4	Fin Línea	Celosía recta	Horizontal	1,25	1,25							55

CALCULO DE CIMENTACIONES

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Libre Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)
4	Fin Línea	2.000	10,15	20.300	341,6	4,59	1.566,5	21.866,5

Apoyo	Tipo	Ancho Cimen. A(m)	Alto Cimen. H(m)	MONOBLOQUE		ZAPATAS AISLADAS									
				Coefic. Comp.	Mom.Absorbido por la cimentac. (daN.m)	Volum. Horm. (m³)	Peso Horm. (daN)	Volum. Tierra (m³)	Dens. Tierra (Kg/m³)	Peso Tierra (daN)	Esf.Roz. Tierra (daN)	Esf. Montan. (daN)	Esf. Vert. (daN)	Coef. Seg.	Res.Cál. Tierra (daN/cm²)
				(daN/m³)	(daN.m)	(m³)	(daN)	(m³)	(Kg/m³)	(daN)	(daN)	(daN)	(daN)		
4	Fin Línea	1,2	2,1	10	36.358,75										

CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES

Apoyo	Tipo	Denom.	Qa (daN)	Diam. Aisl. (mm)	Llf (mm)	Long. Aisl. (m)	Peso Aisl. (daN)
4	Fin Línea	U70YB20	7.000	60	480	0,38	1,8

Apoyo	Tipo	N.Cad.	Denom.	N.Ais.	Nia (cm/KV)	Lca (m)	L.Alarg. (m)	Pca (daN)	Eca (daN)	Pv+Pca (daN)	Csmv	Toh·ncf (daN)	Csmh
4	Fin Línea	3 C.Am.	U.70Y.B20	1	1,7	0,56		1,8	1,6	11,9	588,47	546,25	12,81

CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. -20°C (daN)	Esf.Vert. -15°C (daN)	Esf.Vert. -5°C (daN)
4	Fin Línea			32,7

FLECHAS E HIPÓTESIS DE TRACCIÓN MÁXIMA

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima						
					-5°C+V F(m)	-10°C+V F(m)	-15°C+H F(m)	-15°C+H+V F(m)	-15°C+V F(m)	-20°C+H F(m)	-20°C+H+V F(m)
3-4	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	121	-0,79	120,34	2						

2.1.3

Cálculo de la acometida de baja tensión

Para la totalidad de líneas eléctricas se ha previsto una caída de tensión máxima admisible del 4'5 % en alumbrado y del 6'5 % en fuerza motriz (De los cuáles 1,5 % corresponden a la línea principal).

En la instalación que nos ocupa se disponen de dos tensiones, a la salida del transformador de potencia y que abastece a la bomba de elevación de agua para riego se dispone de una tensión de 690 V entre fases.

Conectada a la red de 690 V, se dispone de un autotransformador de 10 kVA, que reducirá la tensión a 230 V para los circuitos monofásicos y a 400 V para los circuitos trifásicos.

2.1.3.1 Fórmulas utilizadas

CÁLCULO DE CORRIENTES

- Líneas trifásicas

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} * U_{RS} * \cos\varphi}$$

- Motores trifásicos (un motor)

$$I_c = \frac{1,25 * P}{\sqrt{3} * U_{RS} * \cos\varphi}$$

- Motores trifásicos (varios motores)

$$I_c = \frac{1,25 * P_{max} + \sum_n P_n}{\sqrt{3} * U_{RS} * \cos\varphi}$$

- Líneas monofásicas

$$I_c = \frac{P}{U_{RN} * \cos\varphi}$$

- Lámparas de descarga

$$I_c = \frac{1,8 * P}{U_{RN} * \cos \varphi}$$

Siendo:

IC = Intensidad de cálculo en A.

P = Potencia en W.

URS = Tensión compuesta o de línea en V.

URN = Tensión simple o de fase en V.

cos φ = Factor de potencia.

CÁLCULO DE CAIDAS DE TENSIÓN

Las expresiones básicas para el cálculo de las caídas de tensión, en valor porcentual, son las siguientes:

- Líneas monofásicas:

$$e\% = \frac{2 * L * P}{\rho * S * U^2} * 100$$

- Líneas trifásicas:

$$e\% = \frac{L * P}{\rho * S * U^2} * 100$$

Siendo:

S = Sección en mm²

L = Longitud de la línea en m.

P = Potencia en W.

ρ = Conductividad del cobre recocido = 58 S*m/mm²

e (%) = Caída de tensión en %

U = tensión en el origen

2.1.3.2 Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible

Para la totalidad de líneas eléctricas se ha previsto una caída de tensión máxima admisible del 4'5 % en alumbrado y del 6'5 % en fuerza motriz (De los cuáles 1,5 % corresponden a la línea principal).

En la instalación que nos ocupa se disponen de dos tensiones, a la salida del transformador de potencia y que abastece a la bomba de elevación de agua para riego se dispone de una tensión de 690 V entre fases.

Conectada a la red de 690 V, se dispone de un autotransformador de 10 kVA, que reducirá la tensión a 230 V para los circuitos monofásicos y a 400 V para los circuitos trifásicos.

FÓRMULAS UTILIZADAS

- Cálculo de corrientes:

- Líneas trifásicas

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} * U_{RS} * \cos\varphi}$$

- Motores trifásicas (un motor)

$$I_c = \frac{1,25 * P}{\sqrt{3} * U_{RS} * \cos\varphi}$$

- Motores trifásicos (varios motores)

$$I_c = \frac{1,25 * P_{max} + \sum_n P_n}{\sqrt{3} * U_{RS} * \cos\varphi}$$

- Líneas monofásicas

$$I_c = \frac{P}{U_{RN} * \cos\varphi}$$

- Lámparas de descarga

$$I_c = \frac{1,8 * P}{U_{RN} * \cos\varphi}$$

Siendo:

IC = Intensidad de cálculo en A.

P = Potencia en W.

URS = Tensión compuesta o de línea en V.

URN = Tensión simple o de fase en V.

Cosφ = Factor de potencia.

- Cálculo de caídas de tensión:

Las expresiones básicas para el cálculo de las caídas de tensión, en valor porcentual, son las siguientes:

- Líneas monofásicas

$$e\% = \frac{2 * L * P}{\rho * S * U^2} * 100$$

- Líneas trifásicas

$$e\% = \frac{L * P}{\rho * S * U^2} * 100$$

Siendo:

S = Sección en mm²

L = Longitud de la línea en m.

P = Potencia en W.

ρ = Conductividad del cobre recocido (58)

e (%) = Caída de tensión en %

U = tensión en el origen

2.1.3.3 Cálculo de potencia de la bomba

Para calcular la potencia de la bomba a instalar se realizará el cálculo de la misma principalmente en base a las necesidades hídricas y la altura manométrica y también en base a los elementos auxiliares como pérdidas, rendimientos, tiempos de funcionamiento, etc.

El volumen máximo anual autorizado para este sondeo, según autorización de la CHJ, son de 326.117 m³, siendo el caudal máximo instantáneo autorizado de 30 l/s. Según el estudio de consumos para riego, el mayor consumo se precisa en el mes de julio.

Considerando la zona a regar de 107,36 ha y una frecuencia de riego de 6 días por semana en dicho periodo con un tiempo de riego medio máximo de 8 horas para no interferir en periodo punta de facturación de energía eléctrica ni solapar con los periodos de alta insolación y en consecuencia de alta evapotranspiración, el caudal resultante es de (30l/s).

Por otra parte, teniendo en cuenta:

- La profundidad de instalación de la bomba, que es de 212 m.
- La presión requerida en superficie, que es de 50 mca.
- La pérdida de carga en tuberías y accesorios que se estima del 10% (~26.20 mca)
- El rendimiento de la bomba, que se considera del 70 %

Por lo que para garantizar una presión mínima en la instalación de 50 mca, y teniendo en cuenta las pérdidas se precisará una bomba de:

$$P_B = \frac{Q * H_m * \rho}{75 * \eta} = \frac{75 * 288,20 * 1}{75 * 0,70} = 165 CV$$

Adoptándose una bomba comercial de 197 CV equivalente a una bomba de 147 KW nominales

η = Rendimiento de la bomba

Q = Caudal de extracción (l/s)

ρ = Densidad del agua en (Kg/l)

H_m = Altura manométrica (m)

P_B = Potencia del motor (C.V.)

H_b = profundidad de instalación de la bomba

H_p = pérdidas en mca

2.1.3.4 Potencias

POTENCIA INSTALADA				
REF	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA UNITARIA (W)	PARCIAL (W)
Bomba elevación de agua				
1	Bomba sumergible para elevación de agua	1	147000	147000
TOTAL ELEVACIÓN AGUA (W)				147000
Fuerza motriz				
CS-1	Abonadora	1	2600	2600
CS-2	Abonadora	1	2600	2600
RECEPTORES FM (W)				5200
Alumbrado				
CS2-04	Alumbrado Almacén	1	200	200
CS2-06	Alumbrado Aseos y Oficinas	1	200	200
RECEPTORES ALUMBRADO (W)				400
Otros usos				
CS2-03	Elementos de maniobra y control	1	400	400
CS2-03	Tomas de corriente Almacén	1	2000	2000
CS2-03	Tomas de corriente Oficinas	1	2000	2000
TOTAL OTROS USOS (W)				4400
POTENCIA TOTAL INSTALADA (W)				157000
POTENCIA TOTAL SIMULTÁNEA (W) [$\cos \varphi = 1$]				157000

En la presente instalación se considerará un coeficiente de simultaneidad de 1, por tratarse de receptores que funcionan a la vez, por lo que la potencia simultánea necesaria es de 157000 W. La potencia de la bomba se ha considerado teniendo en cuenta la corriente real de funcionamiento (superior a la teórica según fórmulas para 165 CV).

La potencia de cálculo para las diferentes líneas o circuitos se considerará en este proyecto aplicando los coeficientes reglamentarios del REBT en función del tipo de receptor a que alimenta el referido circuito. Para el cuadro general, se considerará la suma de las potencias de cálculo de cada una de las líneas, quedando ligeramente mejorados los resultados.

2.1.3.5 Cálculos eléctricos: alumbrado y fuera motriz

CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y ELECCIÓN DEL DIÁMETRO DE LOS TUBOS DE CANALIZACIÓN

CUADRO GENERAL C1 a 690V											
CTO	DESTINO LÍNEA	Pot	Pcalc.	L _{máx}	Ten.	cos	In	Secc	I _{max}	CDT	CDT Total
		W	W	m	V	fi	A	mm ²	A	(%)	(máx)
--	LÍNEA PRINCIPAL (asimilada LGA-DI)	157.000	198.290	15	690	0,80	207,4	240	325	0,074	
1	BOMBA POZO 150 kW 400/690 v	147.000	183.750	230	690	0,8	192,2	95	296	1,611	1,685
2	TRANSFORMADOR 10 KVA 690/400 v	10.000	14.540	15	690	0,8	15,2	16	80	0,049	0,124

CUADRO C2 a 400											
CTO	DESTINO LÍNEA	Pot	Pcalc.	L _{máx}	Ten.	cos	In	Secc	I _{max}	CDT	CDT Total
		W	W	m	V	fi	A	mm ²	A	(%)	(máx)
C2-01	ABONADORA	2.600	3.250	15	400	1	4,7	6	32	0,088	0,211
C2-02	ABONADORA	2.600	3.250	15	400	1	4,7	6	32	0,088	0,211
C2-03	MANIOBRAS	400	720	5	230	1	3,1	1,5	15	0,156	0,280
C2-04	ALUMBRADO ALMACÉN	200	360	20	230	1	1,6	1,5	15	0,313	0,437
C2-05	TOMAS CORRIENTE CASETA	2.000	3.300	20	230	1	14,3	2,5	21	1,721	1,845
C2-06	ALUMBRADO OFICINAS Y ASEOS	200	360	20	230	1	1,6	1,5	15	0,313	0,437

ELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES

- Sobrecargas

Para la determinación de las características térmicas de los dispositivos empleados, se tiene en cuenta el límite de intensidad de corriente admisible en cada uno de los conductores utilizados y el tipo de instalación elegido (conductores enterrados o en tubo superficial, según el caso)

Se obtienen las siguientes protecciones:

CUADRO GENERAL C1 a 690 V							
CTO	DESTINO LÍNEA	Secc (mm²)			Protección	1'1 In	Iz
--	LÍNEA PRINCIPAL (asimilada LGA-DI)	4x	240		3X250A	275	
1	BOMBA POZO 150 kW 400/690 v	3x	95	+TT	3X200 A	275	2000
2	TRANSFORMADOR 10 KVA 690/400 v	3x	16	+TT	3X40 A	44	400

CUADRO C2 a 400 V							
CTO	DESTINO LÍNEA	Secc (mm²)			Protección	1'1 In	Iz
C2-01	ABONADORA	4X	6	+TT	4X25 A	27,50	250
C2-02	ABONADORA	4X	6	+TT	4X25 A	27,50	250
C2-03	MANIOBRAS	2X	1,5	+TT	2X10 A	11,00	100
C2-04	ALUMBRADO ALMACÉN	2X	1,5	+TT	2X10 A	11,00	100
C2-05	TOMAS CORRIENTE CASETA	2X	2,5	+TT	2X16 A	17,60	160
C2-06	ALUMBRADO OFICINAS Y ASEOS	2X	1,5	+TT	2X10 A	11,00	100

Como puede observarse, el margen o diferencia de corriente entre la máxima admisible por los conductores y el calibre asignado a cada protección magneto-térmica es suficiente para que se obtenga adecuada protección contra sobrecargas, es decir se cumple que:

$$1'1 \cdot I_N < I_Z$$

Siendo:

I_N = Intensidad nominal de la protección

I_Z = Intensidad máxima admisible por los conductores

- Cortocircuitos

Todos los circuitos generales, en su origen, estarán protegidos mediante dispositivo contra cortocircuitos, cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

En las líneas monofásicas existirá un único tipo de cortocircuito posible, considerándose dos puntos de la instalación que determinarán el interruptor automático a instalar: el cortocircuito en el inicio del circuito (máxima corriente de cortocircuito), que determinará el poder de corte de cada una de las protecciones y el cortocircuito a final de línea o en bornes de receptor (mínima corriente de cortocircuito), el cuál determinará en el final de la línea, y que servirá para determinar la corriente de regulación magnética que deberá poseer el interruptor automático a disponer en cada línea.

En las líneas trifásicas, el cortocircuito trifásico en el origen de la línea sirve para determinar el poder de corte de los elementos, y el bifásico en el fin de ésta para determinar la corriente de regulación magnética que deberá poseer.

Para la elección de los IA se deberá tener en cuenta lo siguiente:

$$I_{CU(I\&E)} \leq I_{CCcabecera}$$

$$I_{RN(I\&E)} \leq I_{CCreceptor}$$

$$I_B \leq I_{r(I\&E)} \leq I_Z$$

Siendo:

I_{cu} = Intensidad de corte del interruptor automático que protege la línea

$I_{CCcabecera}$ = Intensidad de cortocircuito en el inicio de la línea.

I_{rm} = Intensidad de regulación magnética (cortocircuitos).

$I_{CCreceptor}$ = Intensidad de cortocircuito en el final de la línea.

I_B = Intensidad de servicio de la línea (I normalmente recorrida).

I_r = Intensidad de regulación térmica (sobrecargas)

I_Z = Intensidad máxima admisible por los conductores

Además, se deberá cumplir:

La selectividad amperimétrica:

$$I_{r(AGUAS ARRIBA)} \leq 1'6 \cdot I_{r \text{ MÁX}(AGUAS ABAJO)}$$

$$I_{RN(AGUAS ARRIBA)} \leq 1'6 \cdot I_{RN \text{ MÁX}(AGUAS ABAJO)}$$

La selectividad cronométrica:

$$t_{dicparo(AGUAS ARRIBA)} \leq t_{dicparo(AGUAS ABAJO)}$$

A continuación, se determinan los valores del cortocircuito máximo (trifásico) y mínimo (defecto de aislamiento) previsible en los puntos significativos de la instalación (cuadro general, subcuadro y receptores desfavorables) mediante las siguientes expresiones:

$$I_S = \chi \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc3}$$

Siendo:

X = factor que depende de R/X

I_{cc3} = corriente inicial de cortocircuito

Donde:

$$\chi = 1 + 0,92 \cdot e^{-2,567 \cdot R/X}$$

$$I_{cc3} = \frac{V_{RS}}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}}$$

R = Resistencia de la instalación hasta el punto en estudio (mΩ)

X = Reactancia de la instalación hasta el punto en estudio (mΩ)

V_{RS} = Tensión nominal de la línea de referencia

Z_{cc} = impedancia de cortocircuito

$$I_{cc1} = \frac{V_{RN}}{2 \cdot Z_{cc}} \quad I_{cc2} = \frac{V_{RS}}{2 \cdot Z_{cc}}$$

I_{cc1} = Cortocircuito monofásico

I_{cc2} = Cortocircuito bifásico

Aplicando los anteriores procedimientos se obtienen los resultados que permiten elegir los poderes de corte y las curvas de disparo de las protecciones.

Las impedancias que se considerarán son las de conexión a MT, transformador, acometida, línea general acometida de derivación individual, línea de distribución y circuitos más desfavorables.

Para el transformador se considera una máquina de 250kVA, que es la máquina transformadora que abastece a la instalación.

Para la acometida, de longitud desconocida se considera únicamente 10 m y conductor de 240 mm², máximo en instalaciones subterráneas de BT. De este modo se contemplan que los cálculos quedan del lado de la seguridad, ya que a longitudes superiores y/o cable de menor sección ofrecen mayores impedancias y en consecuencia cortocircuitos de menor longitud.

	R	X	R/X	X	Z	Is	I _{cc3}	I _{cc2}	I _{cc1}
CG	10,70	35,24	0,3038	1,4218	36,83	21,8	10817,9	9368,6	3122,9
CG 2	24,80	36,36	0,6823	1,1596	44,01	8,6	5247,3	4544,3	2613,0

Aplicando los anteriores procedimientos se obtienen las siguientes protecciones:

CUADRO GENERAL C1 a 690 V					
CTO	DESTINO LÍNEA	Secc (mm ²)	Protección	Icu (kA)	Irm (A)
--	LÍNEA PRINCIPAL (asimilada LGA-DI)	4X240	4X250A	100	2500
1	BOMBA POZO 150 kW 400/690 v	3x95+TT	3X200 A	25	2000
2	TRASFORMADOR 12 KVA 690/400 v	3x16+TT	3X40 A	25	400

CUADRO C2 a 400 V					
CTO	DESTINO LÍNEA	Secc (mm ²)	Protección	Icu (kA)	Irm (A)
C2-01	ABONADORA	4X6+TT	4X25 A	6	250
C2-02	ABONADORA	4X6+TT	4X25 A	6	250
C2-03	MANIOBRAS	2X1,5 +TT	2X10 A	6	100
C2-04	ALUMBRADO ALMACÉN	2X1,5 +TT	2X10 A	6	100
C2-05	TOMAS CORRIENTE CASETA	2X2,5 +TT	2X16 A	6	160
C2-06	ALUMBRADO OFICINAS Y ASEOS	2X1,5 +TT	2X10 A	6	100
C2-07	TOMAS CORRIENTE OFICINAS Y ASEOS	2X2,5 +TT	2X16 A	6	160

- Sobretensiones

No está prevista la instalación de este tipo de equipos. Cabe destacar que la alimentación se realiza desde un centro de transformación particular provisto en el último apoyo de la red (conversión A/S) de pararrayos de óxidos metálicos (protección contra sobretensiones).

2.1.3.6 Cálculo del sistema de protección contra contactos indirectos

El diferencial existente es de 300mA (30mA para auxiliares).

El valor de la resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor

- 50 V en los demás casos

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial, I_s , condiciona el valor de la resistencia a tierra de las masas, de forma que debe cumplirse:

$$R < 24/I_s \text{ ó } R < 50/I_s$$

Para el caso más desfavorable: $R < 24/0,30 \rightarrow R < 80 \Omega$

No obstante, a pesar de los anteriores cálculos se procurará verificar que la toma de tierra existente ofrezca un valor en ohmios inferior a 20.

2.1.3.7 Cálculo de la puesta a tierra

Como toma de tierra se aprovechará la puesta a tierra existente y que no se modificará.

Dicha toma de tierra cumplirá los preceptos del vigente REBT, corrigiéndose en caso contrario (valores anormalmente elevados).

2.1.3.8 Cálculo del aforo del local en relación con la ITC-BT-28

NO procede

2.2 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

2.2.1 Objeto

El objeto de este documento es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo, este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes, y demás aspectos contemplados en su artículo 24 sobre coordinación de actividades empresariales.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y Salud, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del proyecto.

2.2.2 Campo de aplicación

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en los trabajos de construcción, mantenimiento, modificación y desguace o recuperación de instalaciones de “Líneas Aéreas”, “Líneas Subterráneas”, “Centros de Transformación”, “Subestaciones”, “Equipos de medida” e “Instalaciones de telecomunicaciones asociadas a las anteriores”.

2.2.3 Memoria descriptiva

ASPECTOS GENERALES

El Contratista acreditará ante el promotor, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios, de forma especial, frente a los riesgos eléctricos y de caída de altura.

La Dirección Facultativa comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberán ser colocados de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta para eliminarlos o minimizarlos. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

Para los trabajos de conexión con las instalaciones de compañía distribuidora la empresa que vaya a realizarlos debe contar con una dirección facultativa en obra y con la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal en materia de prevención y primeros auxilios. En caso de trabajos en tensión en alta tensión, los trabajadores deberán ser cualificados y autorizados por escrito por el empresario para el que desarrollan los trabajos.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajo de cada una de ellas, se indican en los anexos los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva.

La descripción e identificación generales de los riesgos indicados en los siguientes apartados amplía los contemplados en la guía de referencia para la identificación y evaluación de riesgos en la industria eléctrica, de AMYS.

Conviene indicar que los riesgos indicados corresponden a situaciones normales de la instalación y del personal, debiendo contemplarse la actuación que debe tener el personal en situaciones anómalas y de emergencia en el plan de seguridad propio de cada instalador. También se deberán incluir en dicho plan los riesgos específicos de la actividad desarrollada.

Las condiciones atmosféricas pueden influir sobre el nivel de riesgo, en particular sobre el riesgo eléctrico y el de caídas, por lo que en el plan del instalador deberán contemplarse las actuaciones del personal previstas para aquellos casos de tormenta o condiciones de baja visibilidad por niebla.

- Trabajos en tensión y de entronque

Para los trabajos de entronque se tendrá en cuenta que el trabajo en tensión implica una permanencia del riesgo eléctrico y la forma de prevenirlo y protegerse contra el mismo debe estar recogida en los procedimientos escritos y concretos realizados por la empresa que realiza el trabajo y en los que debe estar formado el personal.

En los trabajos realizados siguiendo métodos de trabajos en tensión los procedimientos deben recoger la secuencia de operaciones a realizar, con indicación de las medidas de seguridad que deban adoptarse, el material y medios de protección a utilizar y las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado, así como las circunstancias que puedan exigir la interrupción del trabajo.

- Descripción e identificación de los riesgos
 - Caída de personas al mismo nivel: Este riesgo puede identificarse cuando existen en el suelo obstáculos o sustancias que pueden provocar una caída por tropiezo o resbalón.

- Puede darse también por desniveles del terreno, conducciones o cables, bancadas o tapas sobresalientes del terreno, por restos de materiales varios, barro, tapas y losetas sin buen asentamiento, pequeñas zanjas y hoyos, etc.
- Caída de personas a distinto nivel: Existe este riesgo cuando se realizan trabajos en zonas elevadas en instalaciones que, en este caso por construcción, no cuenta con una protección adecuada como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc., Esta situación de riesgo está presente en los accesos a estas zonas. Otra posibilidad de existencia de este riesgo lo constituyen los huecos sin protección ni señalización existente en pisos y zonas de trabajo.
- Caída de objetos: Posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajo en un nivel superior a otra zona de trabajo o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos. Además, existe la posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de su emplazamiento.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes: Posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras fijas o temporales o de parte de ellas sobre la zona de trabajo.
- Con esta denominación deben contemplarse la caída de escaleras portátiles, cuando no se emplean en condiciones de seguridad, el desplome de los apoyos, estructuras o andamios y el posible vuelco de cestas o grúas en la elevación del personal o traslado de cargas.
- También debe considerarse el desprendimiento o desplome de muros y el hundimiento de zanjas o galerías.
- Choques y golpes: Posibilidad de que se provoquen lesiones derivadas de choques o golpes con elementos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conductos a baja altura, etc. y los derivados del manejo de herramientas y maquinaria con partes en movimiento.
- Contactos eléctricos: Posibilidad de lesiones o daño producidos por el paso de corriente por el cuerpo.
- En los trabajos sobre líneas de alta tensión y en subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos energizados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse el paso de corriente

al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada.

- En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el Agente de Zona de Trabajo, cuando sea requerido para que actúe como Operador Local, puede entrar en contacto eléctrico por un error en la maniobra o por fallo de los elementos con los que opere.
- Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente y elementos de iluminación portátil puede producirse un contacto eléctrico en baja tensión
- Arco eléctrico: Posibilidad de lesiones o daño producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico.
- En los trabajos sobre líneas de alta tensión y en subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos energizados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse el arco eléctrico al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada.
- En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el Agente de Zona de Trabajo, cuando sea requerido para que actúe como Operador Local, puede quedar expuesto al arco eléctrico producido por un error en la maniobra o fallo de los elementos con los que opere.
- Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente puede producirse un arco eléctrico en baja tensión
- Sobreesfuerzos (Carga física dinámica): Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas al producirse un desequilibrio acusado entre las exigencias de la tarea y la capacidad física.
- En el trabajo sobre estructuras puede darse en situaciones de manejo de cargas o debido a la posición forzada en la que se debe realizar en algunos momentos el trabajo.
- Explosiones: Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o por sobrepresión de recipientes a presión.
- Incendios: Posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar del trabajo.
- Confinamiento: Posibilidad de quedarse recluido o aislado en recintos cerrados o de sufrir algún accidente como consecuencia de la atmósfera del recinto. Debe

tenerse en cuenta la posibilidad de existencia de instalaciones de gas en las proximidades.

- Complicaciones debidas a mordeduras, picaduras, irritaciones, sofocos, alergias, etc.,
- provocadas por vegetales o animales, colonias de los mismos o residuos debidos a ellos y originadas por su crecimiento, presencia, estancia o nidificación en la instalación. Igualmente, los sustos o imprevistos por esta presencia pueden provocar el inicio de otros riesgos.
- En el anexo 1 se contemplan los riesgos en las fases de pruebas y puesta en servicio de las nuevas instalaciones, como etapa común para toda obra nueva o mantenimiento y similares a los riesgos de la desconexión de una instalación a desmontar o retirar. En el Anexo 2 se enumeran los riesgos específicos para las obras de líneas aéreas.
- Cuando los trabajos a realizar sean de mantenimiento, desmontaje o retirada de una instalación antigua o parte de ella, el orden de las fases puede ser diferente, pero, los riesgos a considerar son similares a los de las fases de montaje. En los anexos se incorporan entre paréntesis las fases correspondientes a los trabajos de mantenimiento y desguace o desmontaje.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN NECESARIAS PARA EVITAR RIESGOS

En los Anexos se incluyen, junto con algunas medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación y en los documentos relacionados en el apartado “Pliego de condiciones particulares”.

Por ser la presencia eléctrica un factor muy importante en la ejecución de este tipo de trabajos, con carácter general, se incluyen las siguientes medidas de prevención/protección para: Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Arco eléctrico en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras:

- Formación en tema eléctrico de acuerdo con lo requerido en el Real Decreto 614/2001, función del trabajo a desarrollar.
- Utilización de EPI's (Equipos de Protección Individual)

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar, cuando sea preciso.
- Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas, cuando sea preciso. En el caso de instalaciones de Compañía distribuidora, deben seguirse las normas y criterios de dicha empresa.
- Aplicar las 5 Reglas de Oro, o los procedimientos específicos de la empresa que realiza los trabajos para trabajos en tensión, coordinando con la empresa suministradora si procede.
- Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, teniendo en cuenta las distancias del Real Decreto 614/2001.
- Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.

Por lo que, en las referencias que hagamos en este documento con respecto a “Riesgos Eléctricos”, se sobreentiende que se deberá tener en cuenta lo expuesto en este punto. Para los trabajos que se realicen mediante métodos de trabajo en tensión, TET, el personal debe tener la formación exigida por el R.D. 614/2001.

Otro riesgo que merece especial consideración es el de caída de altura, por la duración de los trabajos con exposición al mismo y la gravedad de sus consecuencias, debiendo estar el persona formado en el empleo de los distintos dispositivos a utilizar.

Asimismo, deben considerarse también las medidas de prevención - coordinación y protección frente a la posible existencia de atmósferas inflamables, asfixiantes o tóxicas consecuencia de la proximidad de las instalaciones de gas.

Con carácter general deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones, disponiendo el personal de los medios y equipos necesarios para su cumplimiento:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento. Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno.

- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar escaleras, andamios, plataformas de trabajo y equipos adecuados para la realización de los trabajos en altura con riesgo mínimo.
- Acotar o proteger las zonas de paso y evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos.
- Analizar previamente la resistencia y estabilidad de las superficies, estructuras y apoyos a los que haya que acceder y disponer las medidas o los medios de trabajo necesarios para asegurarlas.

En relación a los riesgos originados por seres vivos, es conveniente la concienciación de su posible presencia en base a las características biogeográficas del entorno, al periodo anual, a las condiciones meteorológicas y a las posibilidades que elementos de la instalación pueden brindar (cuadros, zanjas y canalizaciones, penetraciones, etc.).

Protecciones

- Ropa de trabajo:
- Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista.
- Equipos de protección.

Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para el promotor. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN:

- Calzado de seguridad
- Casco de seguridad
- Guantes aislantes de la electricidad BT y AT

- Guantes de protección mecánica
- Pantalla contra proyecciones
- Gafas de seguridad
- Cinturón de seguridad
- Discriminador de baja tensión
- Equipo contra caídas desde alturas (arnés anticaída, pértiga, cuerdas, etc.).
- En el caso de TET se deberán contar con los equipos necesarios de acuerdo con el procedimiento específico de la Empresa que realiza los trabajos.

Protecciones colectivas

- Señalización: cintas, banderolas, etc.
- Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar, de forma especial, las necesarias para los trabajos en instalaciones eléctricas de Alta o Baja Tensión, adecuadas al método de trabajo y a los distintos tipos y características de las instalaciones.
- Dispositivos y protecciones que eviten la caída del operario tanto en el ascenso y descenso como durante la permanencia en lo alto de estructuras y apoyos: línea de seguridad, doble amarre o cualquier otro dispositivo o protección que evite la caída o aminore sus consecuencias: redes, aros de protección, ...
- Equipo de primeros auxilios y emergencias:
- Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista. En este botiquín debe estar visible y actualizado el teléfono de los Centros de Salud más cercanos, así como el del Instituto de Herpetología, centro de Apicultura, etc.
- Se dispondrá en obra de un medio de comunicación, teléfono o emisora, y de un cuadro con los números de los teléfonos de contacto para casos de emergencia médica o de otro tipo, entre los que deberá figurar (para la fase de entronque de las instalaciones.
- Equipo de protección contra incendios:
- Extintores de polvo seco clase A, B, C de eficacia suficiente, según la legislación y normativa vigente.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

- Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se deberán recoger en un Anexo específico para la obra objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud concreto.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

- Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios. Todos los puntos de toma de corriente, incluidos los provisionales para herramientas portátiles, contarán con protección térmica y diferencial adecuada.

- Suministro de agua potable

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc., en el caso de que esto no sea posible dispondrán de los medios necesarios (cisternas, etc.) que garantice su existencia regular desde el comienzo de la obra.

- Servicios higiénicos

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agrede al medio ambiente.

AVISO PREVIO DEL COMIENZO DE LOS TRABAJOS A LA AUTORIDAD LABORAL.

Para aquellas obras con Proyecto en las que sea aplicable el Real Decreto 1627/1997 habrá que presentar a la Autoridad Laboral antes del inicio de los trabajos el Aviso Previo.

MEDIDAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS PARA CADA UNA DE LAS FASES MÁS COMUNES EN LOS TRABAJOS A DESARROLLAR.

En los Anexos se recogen las medidas de seguridad específicas para trabajos relativos a pruebas y puesta en servicio de las diferentes instalaciones, que son similares a las de desconexión, en las que el riesgo eléctrico puede estar presente y se indican los riesgos y las medidas preventivas de instalación, en cada una de las etapas de un trabajo de construcción, montaje o desmontaje, que son similares en algunas de las etapas de los trabajos de mantenimiento.

2.2.4 Pliego de condiciones particulares

NORMAS OFICIALES

La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto de este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables
- Decreto del 28/11/69 Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y R.D. 842/2002
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores

- Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención
- Real Decreto 485/1997. en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 487/1997....relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores
- Real Decreto 773/1997....relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal
- Real Decreto 1215/1997....relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Real Decreto 1627/1997, de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- Real Decreto 614/2001...protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento

PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES

Entre otras se deberá disponer de:

- Instrucciones de operación normal y de emergencia
- Señalización clara de mandos de operación y emergencia
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento
- Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios.

2.2.5 Anexos particulares

RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN EN CADA FASE DEL TRABAJO.

Se indican con carácter general los posibles riesgos existentes en la construcción, mantenimiento, pruebas, puesta en servicio de instalaciones, retirada, desmontaje o desguace de instalaciones y las medidas preventivas y de protección a adoptar para eliminarlos o minimizarlos.

ANEXO 1

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
Pruebas y puesta en Servicio (Desconexión y/o protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none"> • Golpes • Heridas • Caídas de objetos • Atrapamientos • Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. • Arco eléctrico en AT y BT. • Contactos con elementos candentes y quemaduras • Presencia de animales, colonias, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver punto 3.3 • Cumplimiento de las Normas Compañía distribuidora • Mantenimiento equipos y utilización de EPI's • Utilización de EPI's • Adecuación de las cargas • Control de maniobras. Vigilancia continuada. Utilización de EPI's • Ver punto 3.3 • Prevención antes

ANEXO 2

- Líneas subterráneas

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
Acopio, carga y Descarga (Acopio carga y descarga de material recuperado/ chatarra)	<ul style="list-style-type: none"> • Golpes • Heridas • Caídas de objetos • Atrapamientos • Presencia de animales. Mordeduras, picaduras, sustos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver punto 3.3 • Mantenimiento equipos • Utilización de EPI's • Adecuación de las cargas • Control e maniobras Vigilancia continuada Utilización de EPI's • Revisión del entorno
Excavación, hormigonado y obras auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas al mismo nivel • Caídas a diferente nivel • Exposición al gas natural • Caídas de objetos • Desprendimientos • Golpes y heridas • Oculares, cuerpos extraños • Riesgos a terceros • Sobresfuerzos • Atrapamientos • Contacto Eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver punto 3.3 • Orden y limpieza • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Identificación de canalizaciones • Coordinación con empresa gas • Utilización de EPI's • Entibamiento • Utilización de EPI's • Utilización de EPI's • Vallado de seguridad, protección huecos, información sobre posibles conducciones • Utilizar fajas de protección lumbar

		<ul style="list-style-type: none"> • Control de maniobras y vigilancia continuada • Vigilancia continuada de la zona • donde se está excavando
Izado y acondicionado del cable en apoyo LA (Desmontaje cable en apoyo de Línea Aérea)	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas desde altura • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos • (Desplome o rotura del apoyo o estructura) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver punto 3.3 • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Utilización de EPI's • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI's (Análisis previo de las condiciones de tiro • y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos)
Tendido, empalme y terminales de conductores (Desmontaje de conductores, empalmes y terminales)	<ul style="list-style-type: none"> • Vuelco de maquinaria • Caídas desde altura • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos • Sobresfuerzos • Riesgos a terceros • Quemaduras • Ataque de animales 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver punto 3.3 • Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción. • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Utilización de EPI's • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI's • Utilizar fajas de protección

		<p>lumbar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia continuada y señalización de riesgos • Utilización de EPI's • Revisión del entorno
<p>Engrapado de soportes en galerías (Desengrapado de soportes en galerías)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas desde altura • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos • Sobresfuerzos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver punto 3.3 • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Utilización de EPI's • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI's • Utilizar fajas de protección lumbar
<p>Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ver Anexo 1 • Presencia de colonias, nidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver Anexo 1 • Revisión del entorno

- Líneas aéreas

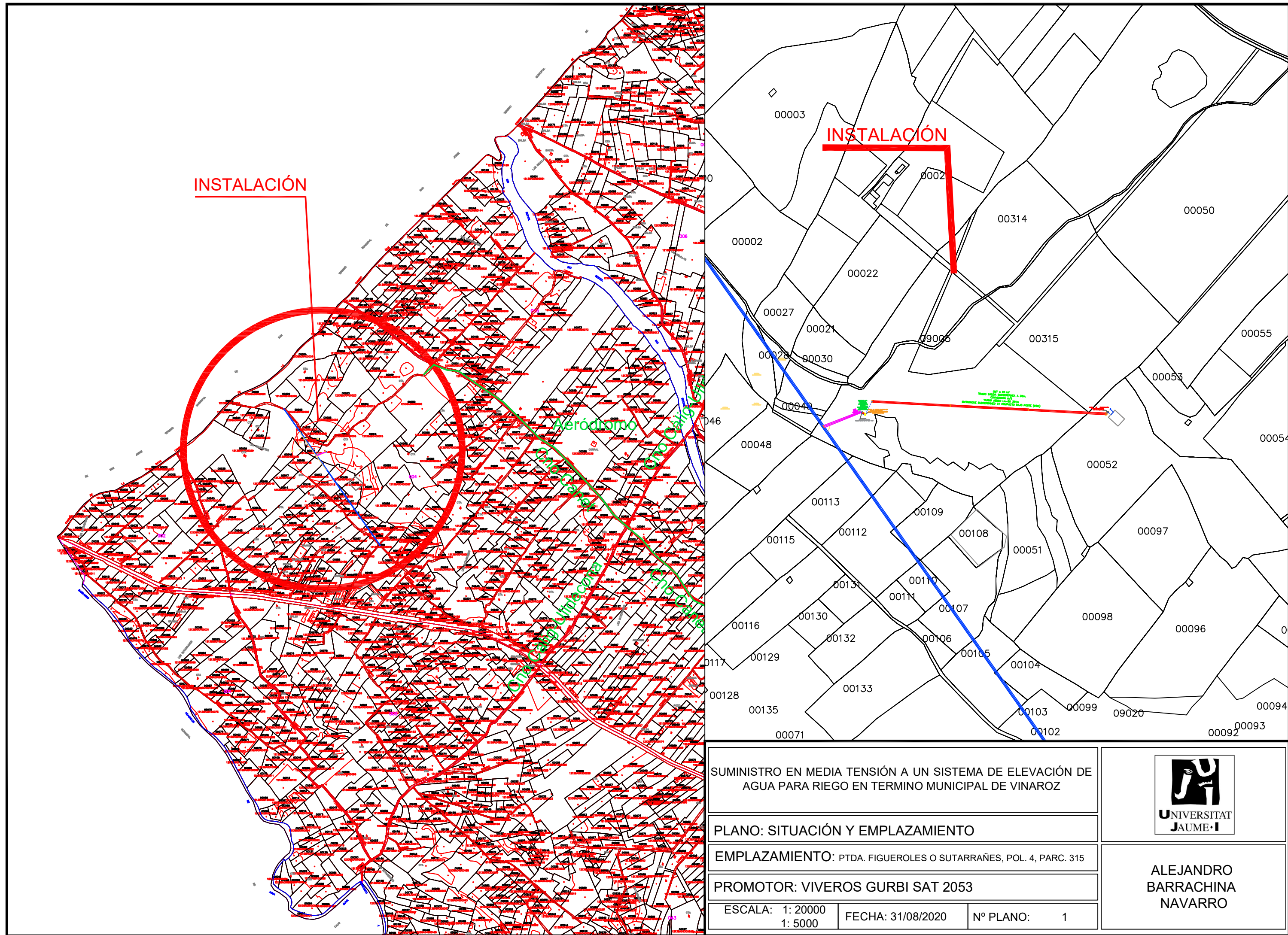
Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
Acopio, carga y descarga (Recuperación de chatarras)	<ul style="list-style-type: none"> • Golpes • Heridas • Caídas de objetos • Atrapamientos • Ataques o sustos por animales 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver punto 3.3 • Mantenimiento equipos • Utilización de EPI's • Adecuación de las cargas • Control de maniobras vigilancia continuada. Utilización de EPI's • Revisión del entorno
Excavación, hormigonado e izado apoyos (Desmontaje de apoyos)	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas al mismo nivel • Caídas a diferente nivel • Caídas de objetos • Desprendimientos • Golpes y heridas • Oculares, cuerpos extraños • Riesgos a terceros • Sobresfuerzos • Atrapamientos • (Desplome o rotura del apoyo o estructura) • (Eléctrico) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver punto 3.3 • Orden y limpieza • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Utilización de EPI's • Entibamiento • Utilización de EPI's • Utilización de EPI's • Vallado de seguridad Protección huecos • Utilizar fajas de protección lumbar • Control de maniobras y vigilancia continuada • (Análisis previo de las

		condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos)
Montaje de armados (Desmontaje de armados)	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas desde altura • Desprendimiento de carga • Rotura de elementos de tracción • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos • Contactos Eléctricos) • Desmontajes posibles nidos, colmenas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver punto 3.3 • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa • Revisión de elementos de elevación y transporte • Dispositivos de control de cargas y esfuerzos soportados • Utilización de EPI's • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI's • Ver 3.3 • Revisión del entorno
Cruzamientos	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas desde altura • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos • Sobresfuerzos • Riesgos a terceros • Eléctrico por caída de conductor encima de otra línea 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver punto 3.3 • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Utilización de EPI's • Control de maniobras y vigilancia continuada

		<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de EPI's • Utilizar fajas de protección lumbar • Vigilancia continuada y señalización Colocación de pórticos y protecciones aislante. Coordinar con la Empresa Suministradora • Ver punto 3.3
Tendido de conductores (Desmontaje de conductores)	<ul style="list-style-type: none"> • Vuelco de maquinaria • Caídas desde altura • Riesgo eléctrico • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos • Sobresfuerzos • Riesgos a terceros 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver punto 3.3 • Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción. • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Puesta a tierra de los conductores y señalización de ella • Utilización de EPI's • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI's • Utilizar fajas de protección lumbar • Vigilancia continuada y señalización de

		riesgos
<p>Tensado y engrapado (Destensar, soltar o cortar conductores en el caso de retirada o desmontaje de instalaciones)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas desde altura • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos • Sobresfuerzos • Riesgos a terceros • (Desplome o rotura del apoyo o estructura) 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Utilización de EPI's • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI's • Utilizar fajas de protección lumbar • Vigilancia continuada y señalización de riesgos • (Análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos)
<p>Pruebas y puesta en Servicio (Mantenimiento, desconexión y protección en el caso de retirada o desmontaje de instalación)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ver Anexo 1 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver Anexo 1

3 PLANOS



INSTALACIÓN

INSTALACIÓN

Aeródromo

Unidad de Tratamiento
Unidad de Bombeo

SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN A UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN TERMINO MUNICIPAL DE VINARÓZ

PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

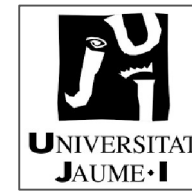
EMPLAZAMIENTO: PTDA. FIGUEROLES O SUTARRAÑES, POL. 4, PARC. 315

PROMOTOR: VIVEROS GURBI SAT 2053

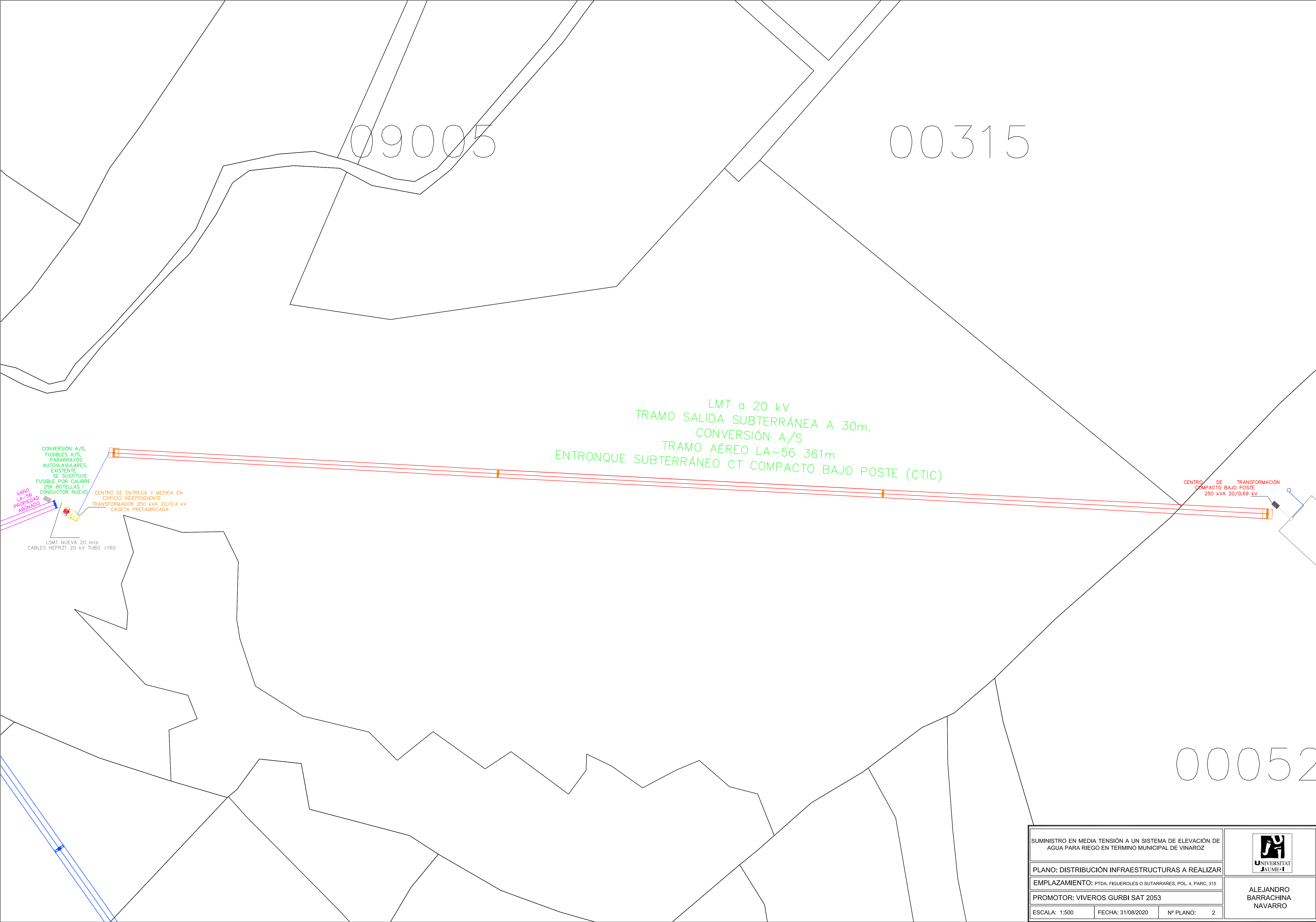
ESCALA: 1: 20000
1: 5000

FECHA: 31/08/2020

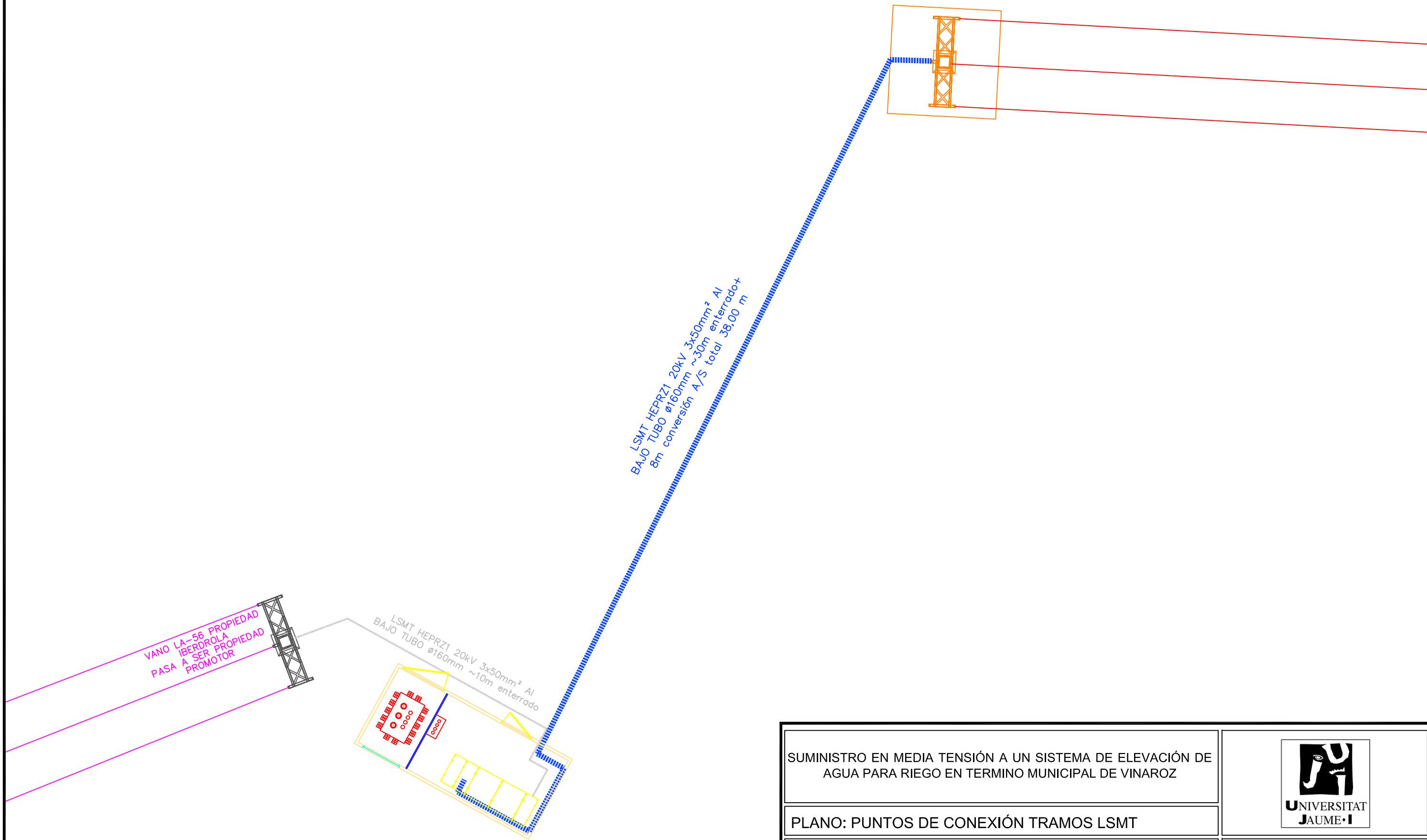
N° PLANO: 1



ALEJANDRO
BARRACHINA
NAVARRO



SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN A UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN TERMINO MUNICIPAL DE VINARÓZ			
PLANO: DISTRIBUCIÓN INFRAESTRUCTURAS A REALIZAR			
EMPLAZAMIENTO: PTDA. FIGUEROLES O SUTARRANES, POL. 4, PARC. 315			
PROMOTOR: VIVEROS GURBI SAT 2053			
ESCALA: 1:500	FECHA: 31/08/2020	Nº PLANO: 2	ALEJANDRO BARRACHINA NAVARRO



CENTRO TRANSFORMACIÓN ENTREGA Y MEDIDA

SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN A UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN TERMINO MUNICIPAL DE VINAROZ

PLANO: PUNTOS DE CONEXIÓN TRAMOS LSMT

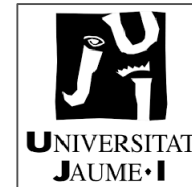
EMPLAZAMIENTO: PTDA. FIGUEROLES O SUTARRAÑES, POL. 4, PARC. 315

PROMOTOR: VIVEROS GURBI SAT 2053

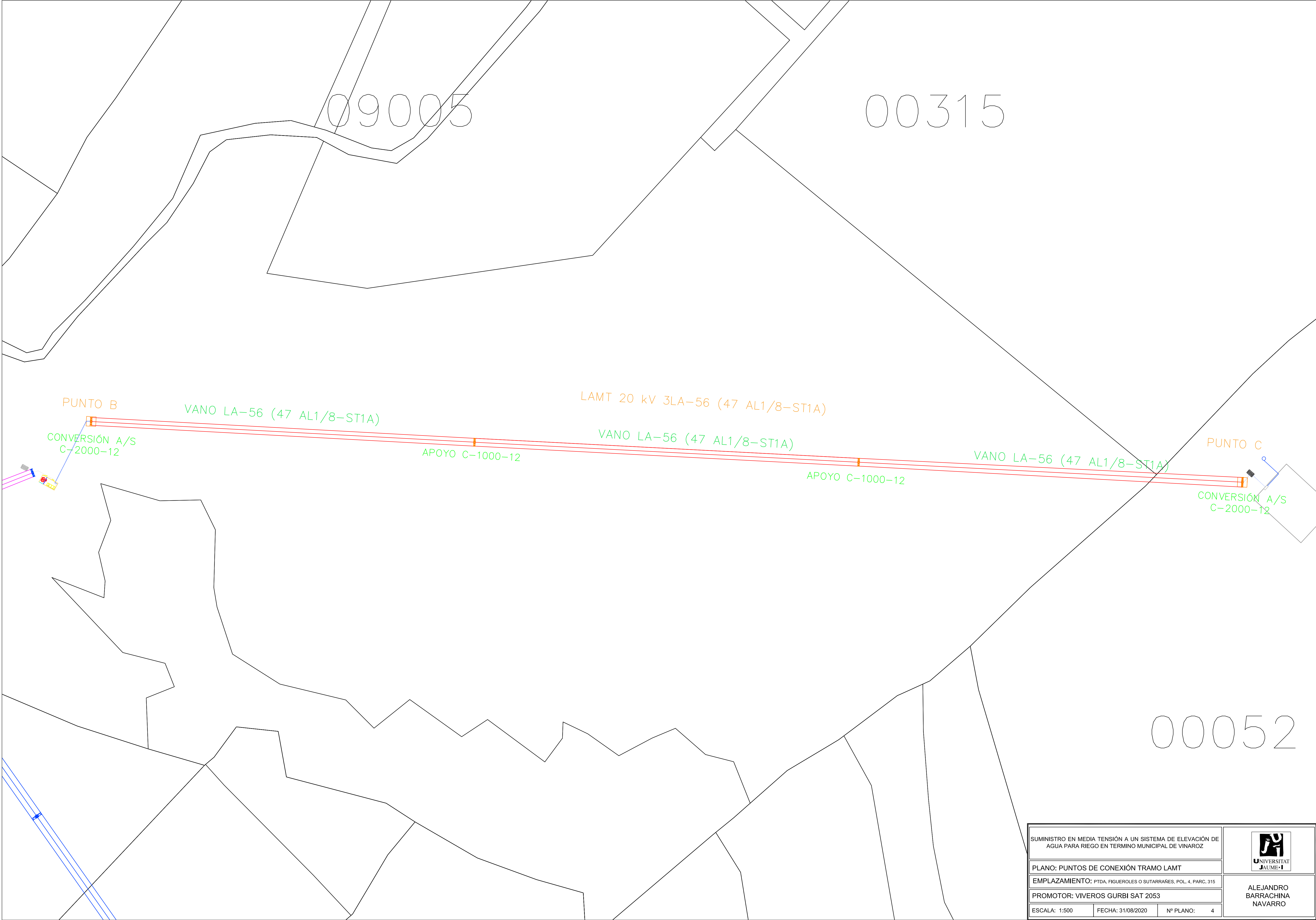
ESCALA: 1:100

FECHA: 31/08/2020

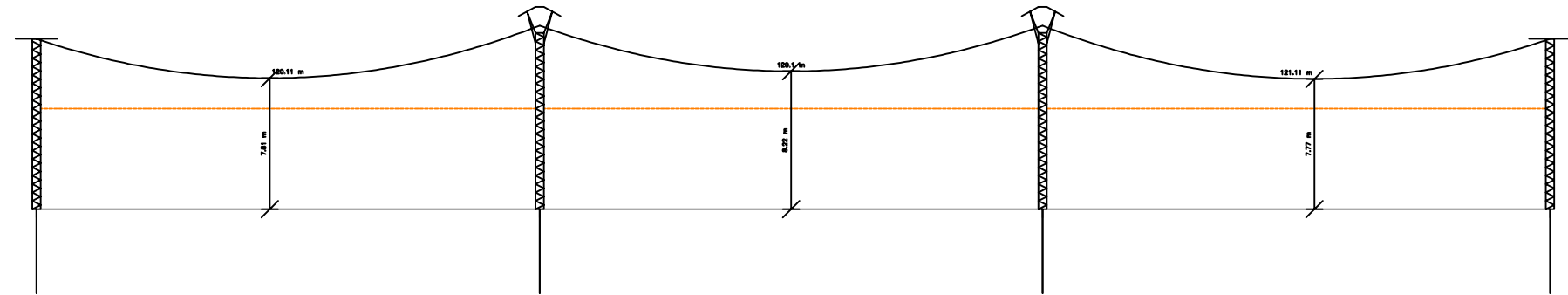
Nº PLANO: 3



ALEJANDRO
BARRACHINA
NAVARRO



SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN A UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN TERMINO MUNICIPAL DE VINARÓZ			
PLANO: PUNTOS DE CONEXIÓN TRAMO LAMT			
EMPLAZAMIENTO: PTDA. FIGUEROLAS O SUTARRANES, POL. 4, PARC. 315			ALEJANDRO BARRACHINA NAVARRO
PROMOTOR: VIVEROS GURBI SAT 2053			
ESCALA: 1:500	FECHA: 31/08/2020	Nº PLANO: 4	



APOYO N°	1	2	3	4
TIPO DE APOYO	C-2000 -12 CONVERSION A/S	C-1000-12 SUSP-Alineación SAL	C-1000 -12 SUSP-Alineación SAL	C-2000 -12 CONVERSION A/S
CRUCETA	RC1-15S L80.8-3690 AUTOVALVULARES	BP225-1750	BP225-1750	RC1-15S L80.8-3690 AUTOVALVULARES SECCIONADOR FUSIBLES XS
AISALMIENTO	COMPOSITE U70 YB20	COMPOSITE U70 YB20	COMPOSITE U70 YB20	COMPOSITE U70 YB20
LONGITUD DE VANO	120 m	120 m	121 m	
DISTANCIA A ORIGEN	38 m	158 m	278 m	399 m
ALTURA LIBRE CONDUCTOR EN APOYO	10,15 m	10,50 m	10,50 m	10,15 m
COTA DEL TERRENO	123,00	123,00	125,00	125,00
ZONA	A	A	A	

TT FRECUENTADO(Anillo)
AUTOVALVULARES
HERRAJES POSAPIES
CHAPAS ANTIESCALO

TT NO
FRECUENTADO

TT NO
FRECUENTADO

TT FRECUENTADO(Anillo)
AUTOVALVULARES
HERRAJES POSAPIES
CHAPAS ANTIESCALO

SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN A UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE
AGUA PARA RIEGO EN TERMINO MUNICIPAL DE VINAROS

PLANO: PLANTA Y PERFIL LAMT

EMPLAZAMIENTO: PTDA. FIGUEROLES O SUTARRAÑES, POL. 4, PARC. 315

PROMOTOR: VIVEROS GURBI SAT 2053

ESCALA: S/E

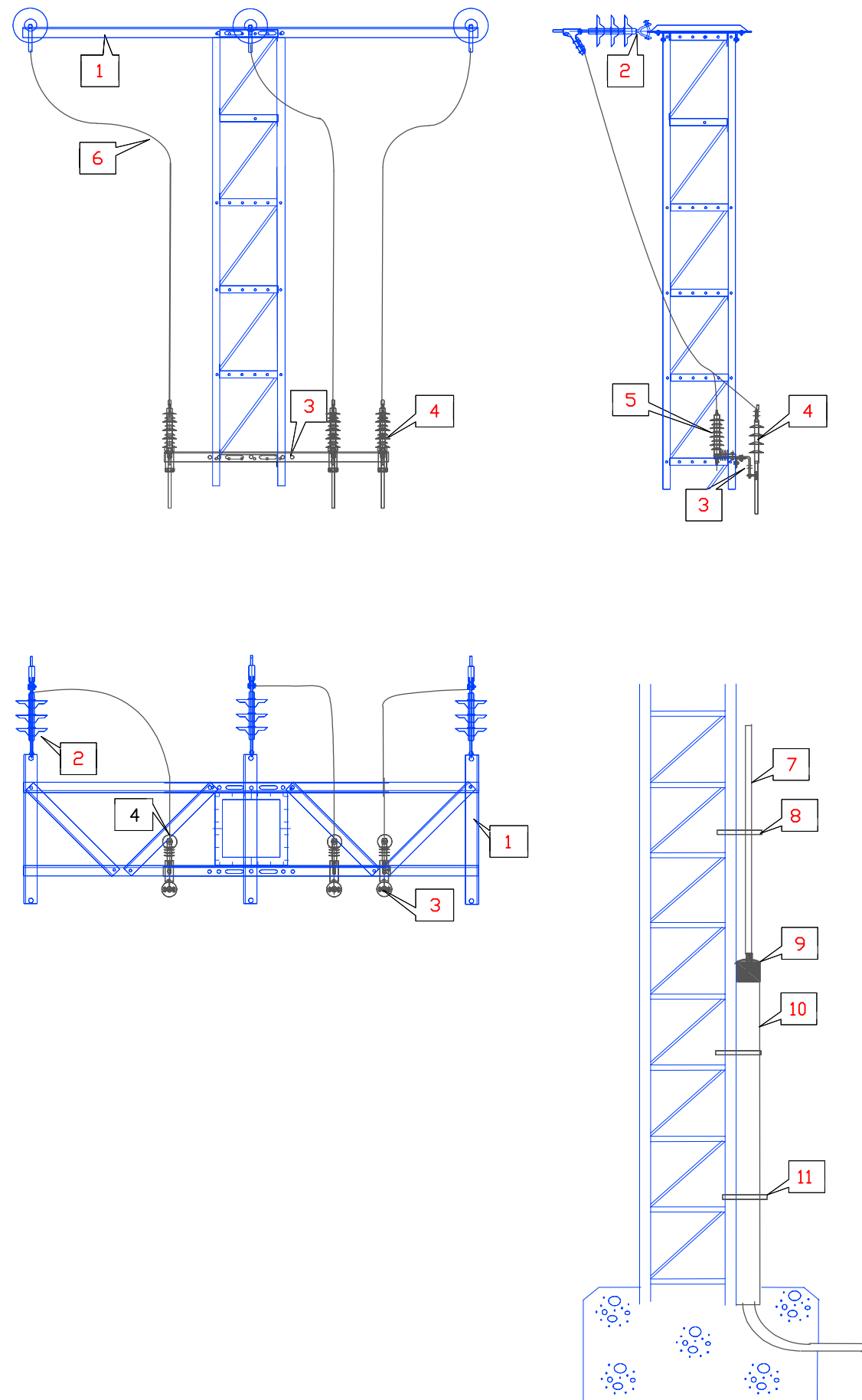
FECHA: 31/08/2020

Nº PLANO: 5



ALEJANDRO
BARRACHINA
NAVARRO

DERIVACION SUBTERRANEA CON
SECCIONAMIENTO PARA APOYOS
METALICOS DE CELOSIA



Marca	Cantidad	Denominación
1	1	Cruceta recta existente
2	3	Cadena de amarre
3		Chapa CH-8-150
4	3	Terminación cable subterr.
5	3	Pararrayos
6	3	Puentes, según conductor
7	3	Cable aislado HEPRZ1 20kV 50mm ²
8	3	Abrazadera sujeción cable
9	1	Capuchón de protección
10	1	Tubo de acero para protección
11	3	Abrazadera sujeción tubo
s/n	—	Tornillería, piezas de conexión

SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN A UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE
AGUA PARA RIEGO EN TERMINO MUNICIPAL DE VINARÓZ

PLANO: DETALLE CONVERSIÓN A/S PUNTO B

EMPLAZAMIENTO: PTDA. FIGUEROLES O SUTARRAÑES, POL. 4, PARC. 315

PROMOTOR: VIVEROS GURBI SAT 2053

ESCALA: S/E

FECHA: 31/08/2020

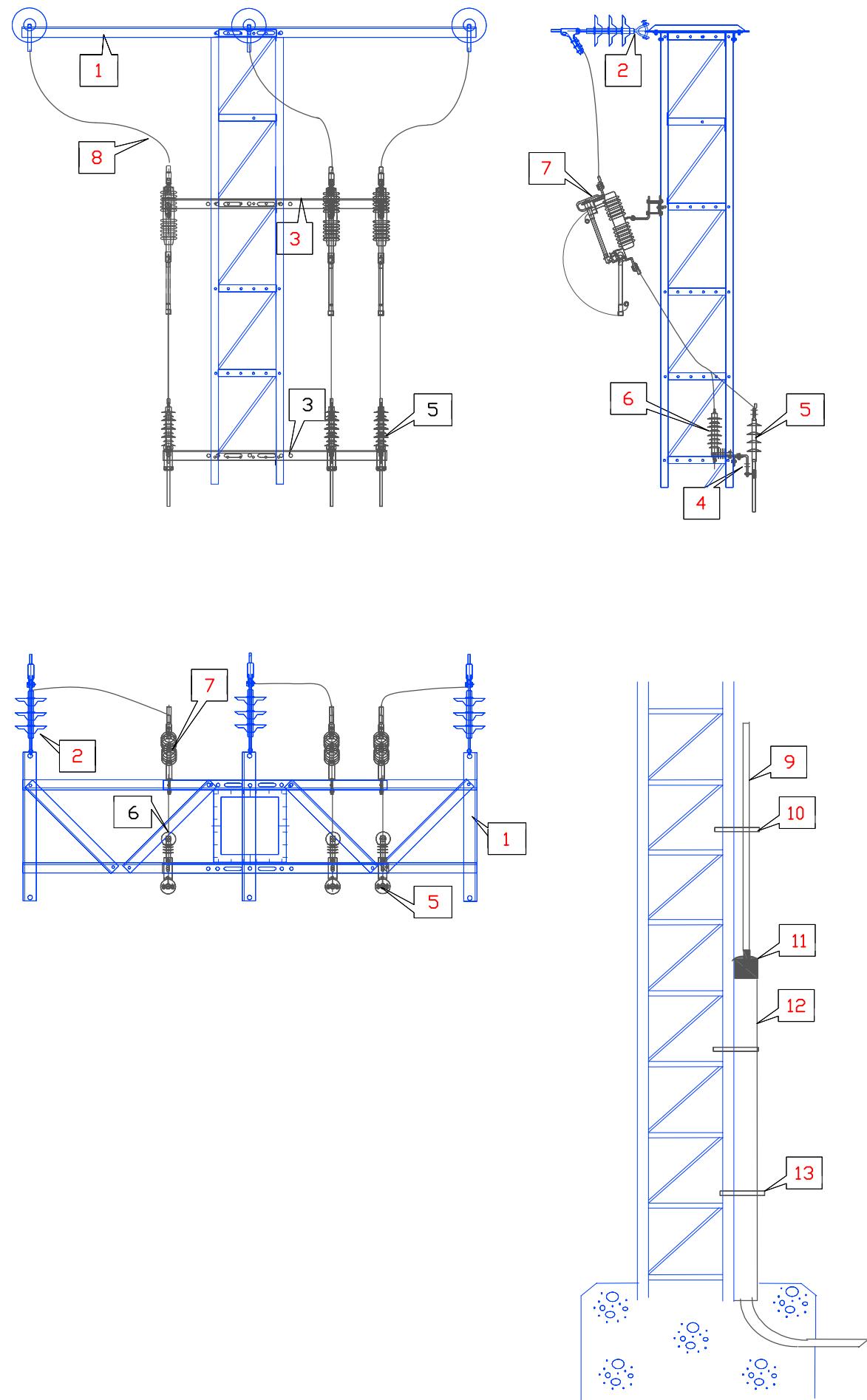
Nº PLANO:

6



ALEJANDRO
BARRACHINA
NAVARRO

DERIVACION SUBTERRANEA CON
SECCIONAMIENTO PARA APOYOS
METALICOS DE CELOSIA



Marca	Cantidad	Denominación
1	1	Cruceta recta existente
2	3	Cadena de amarre existente
3	2	Angular L-70.7-2040
4	3	Chapa CH-8-150
5	3	Terminación cable subterr.
6	3	Pararrayos
7	3	Cortacircuitos fusibles de expulsión
8	3	Puentes, según conductor
9	3	Cable aislado HEPRZ1 20kV 50mm ²
10	4	Abrazadera sujeción cable
11	1	Capuchón de protección
12	1	Tubo de acero para protección
13	2	Abrazadera sujeción tubo
s/n	—	Tornillería, piezas de conexión

SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN A UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE
AGUA PARA RIEGO EN TERMINO MUNICIPAL DE VINARÓZ

PLANO: DETALLE CONVERSIÓN A/S PUNTO C

EMPLAZAMIENTO: PTDA. FIGUEROLES O SUTARRAÑES, POL. 4, PARC. 315

PROMOTOR: VIVEROS GURBI SAT 2053

ESCALA: S/E

FECHA: 31/08/2020

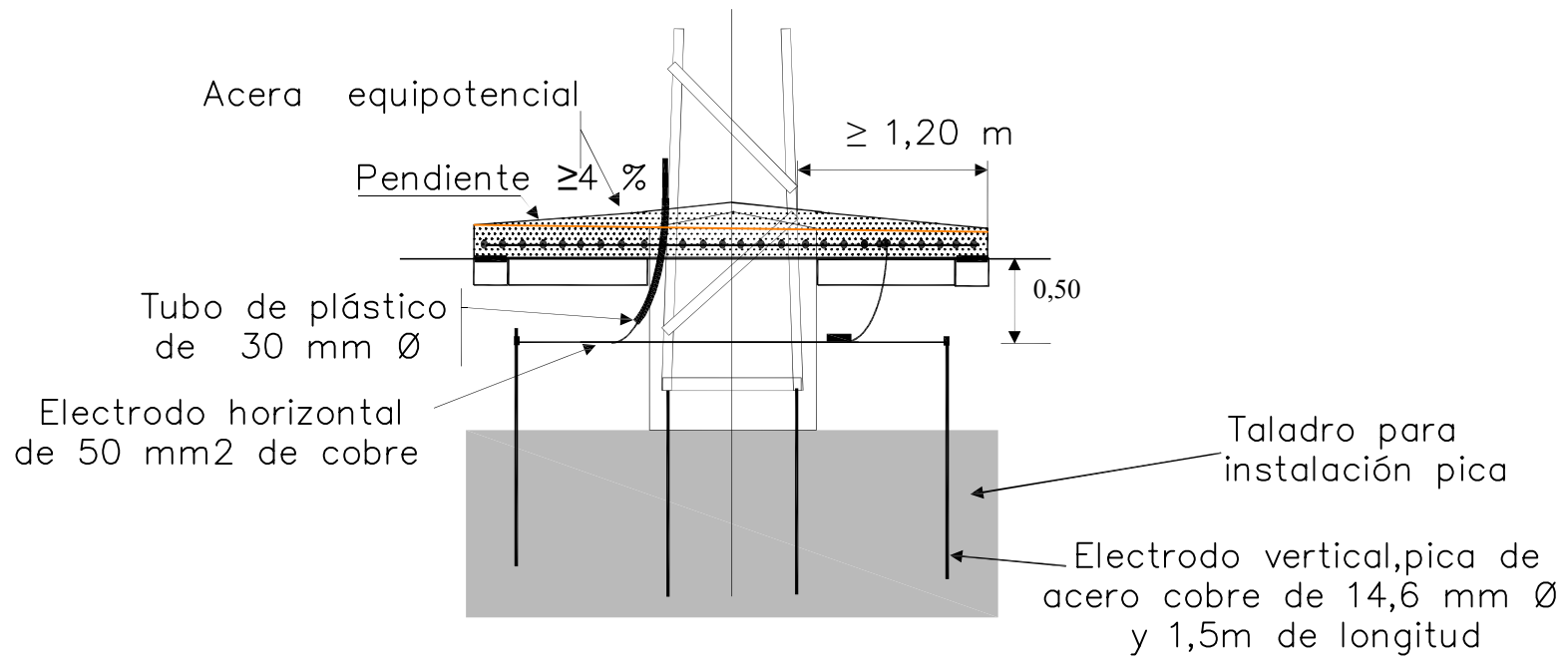
Nº PLANO: 7



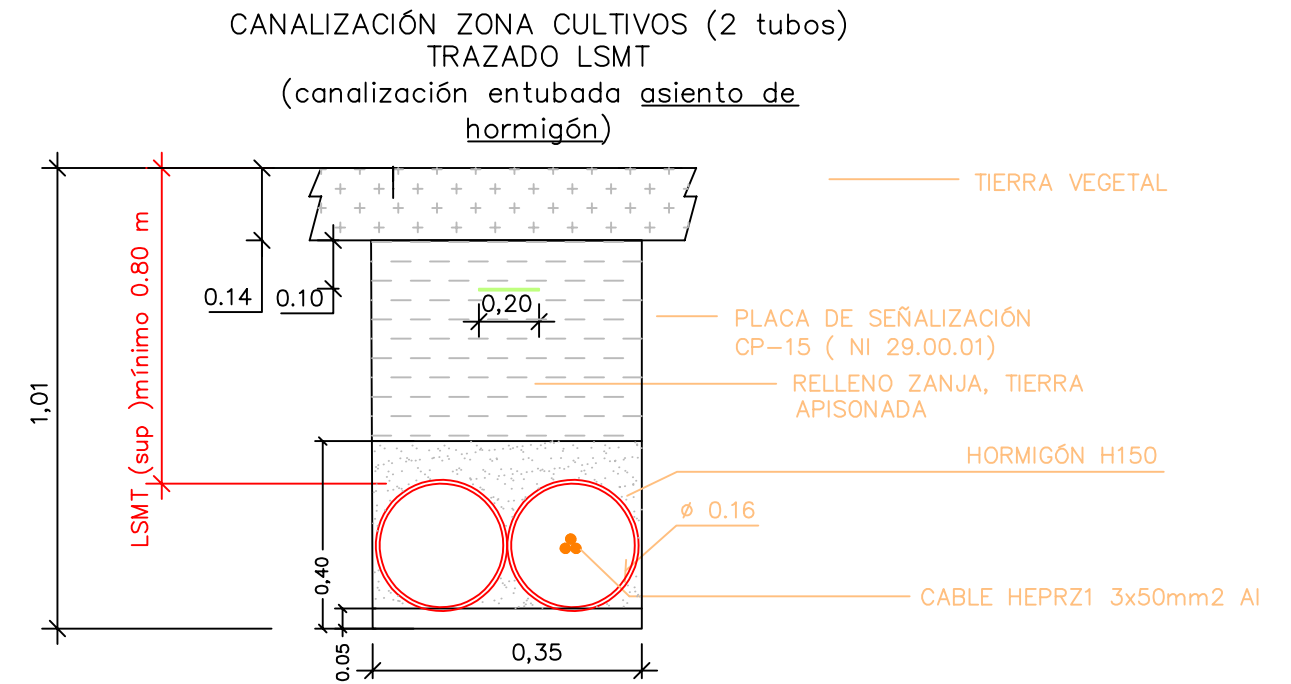
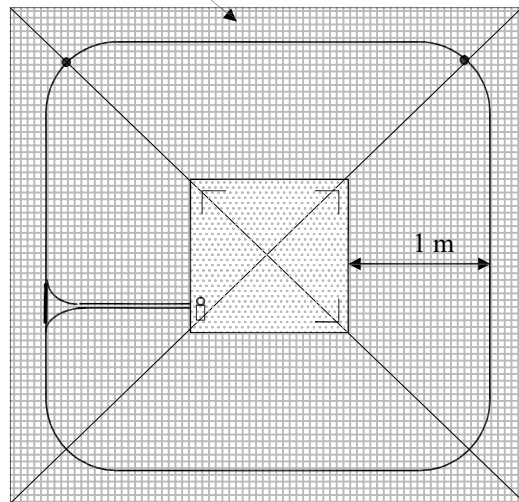
ALEJANDRO
BARRACHINA
NAVARRO

PUESTA A TIERRA EN APOYOS. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE

Zona frecuentada (N) de
pública concurrencia (PC) y
apoyos de maniobra (AM)



Mallazo de 30 x 30 cm como máximo, formado por redondo de 4 mm como mínimo



SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN A UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN TERMINO MUNICIPAL DE VINARÓZ

PLANO: DETALLES TOMA TIERRA APOYO FRECUENTADO Y CANALIZACIÓN LSMT

EMPLAZAMIENTO: PTDA. FIGUEROLES O SUTARRAÑES, POL. 4, PARC. 315

PROMOTOR: VIVEROS GURBI SAT 2053

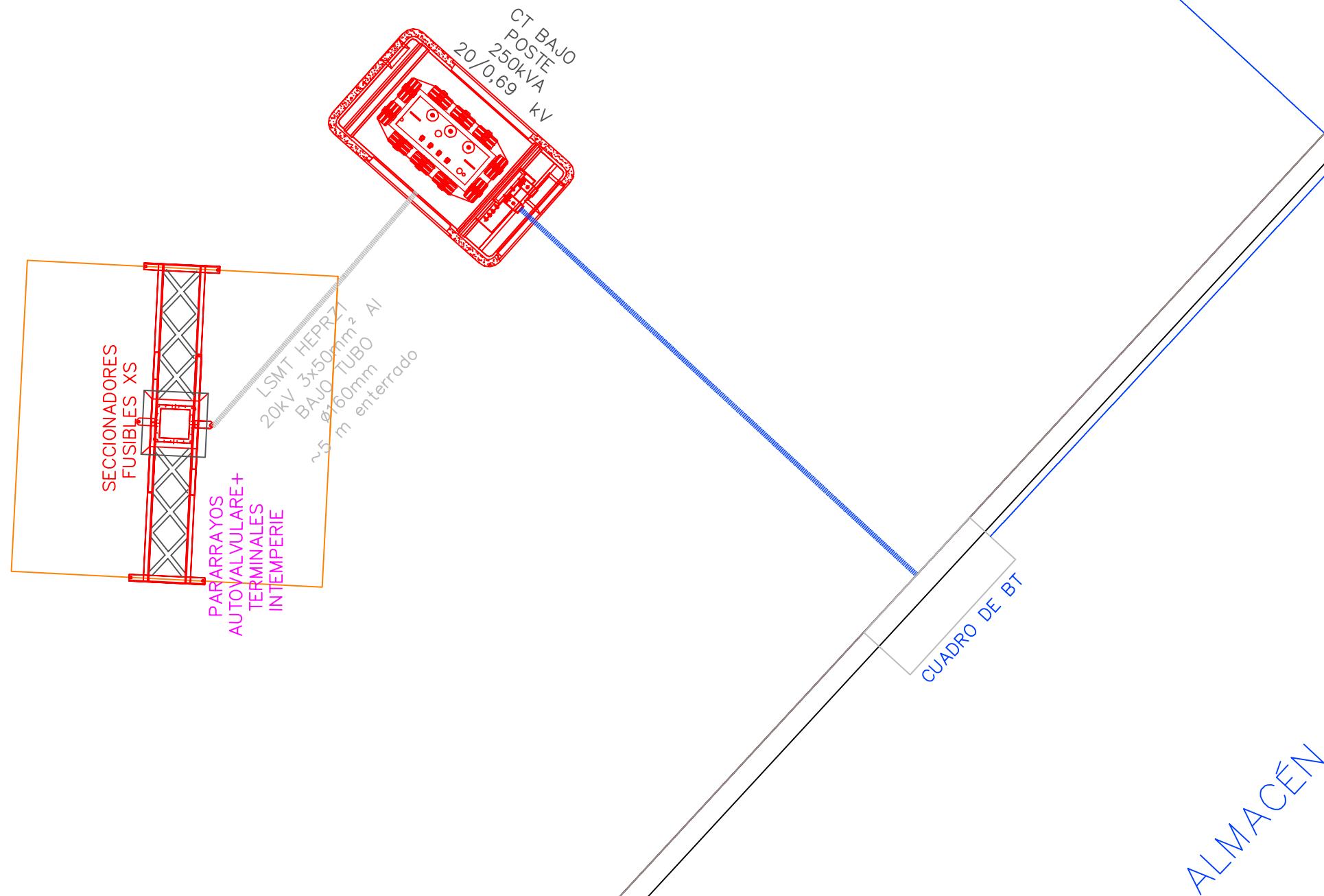
ESCALA: S/E

FECHA: 31/08/2020

Nº PLANO: 8



ALEJANDRO
BARRACHINA
NAVARRO



SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN A UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN TERMINO MUNICIPAL DE VINARÓZ

PLANO: PLANTA DISPOSICIÓN CTIC

EMPLAZAMIENTO: PTDA. FIGUEROLES O SUTARRAÑES, POL. 4, PARC. 315

PROMOTOR: VIVEROS GURBI SAT 2053

ESCALA: 1:50

FECHA: 31/08/2020

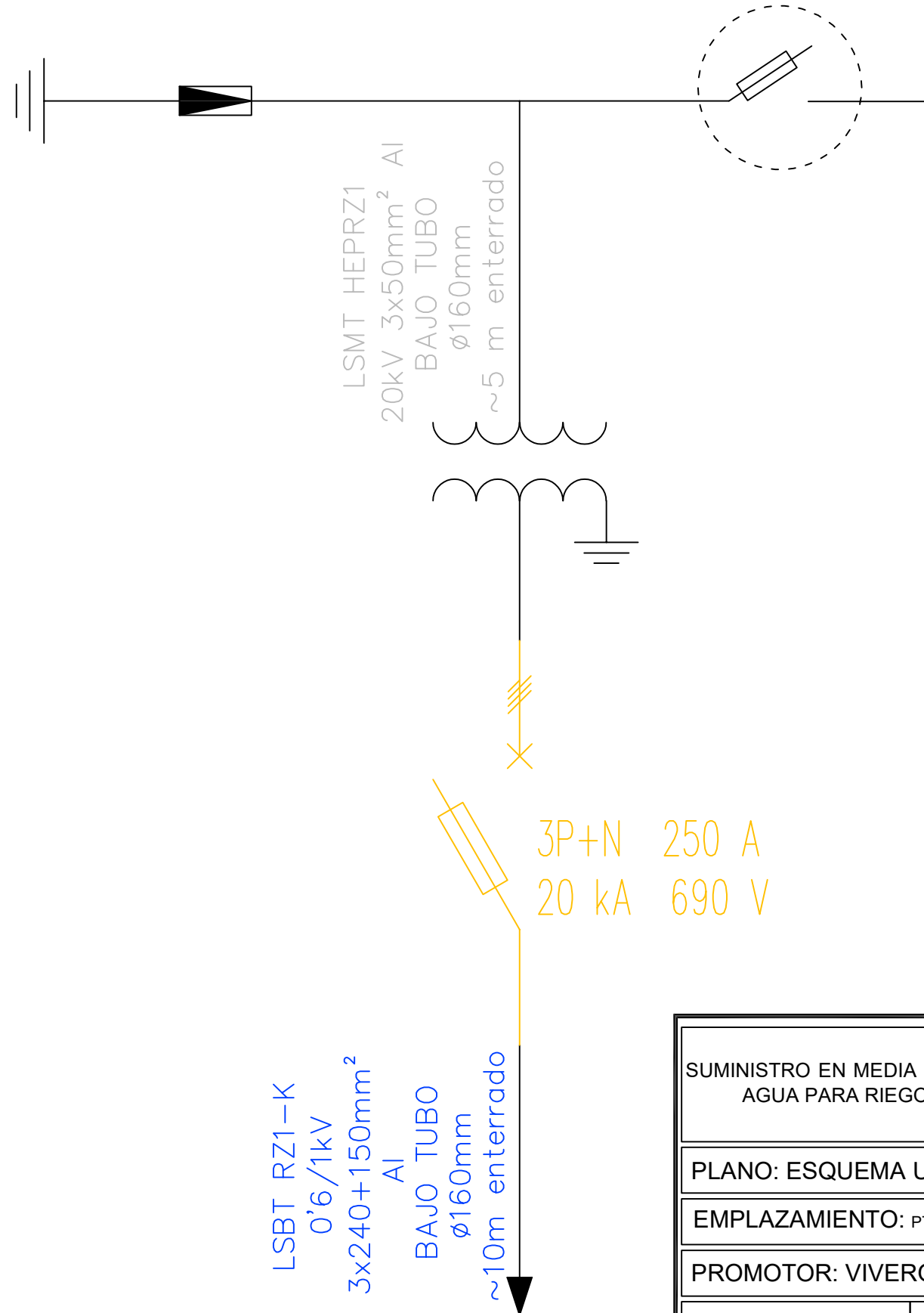
Nº PLANO:

9



ALEJANDRO
BARRACHINA
NAVARRO

ESQUEMA ELÉCTRICO



SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN A UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE
AGUA PARA RIEGO EN TERMINO MUNICIPAL DE VINARÓZ

PLANO: ESQUEMA UNIFILAR

EMPLAZAMIENTO: PTDA. FIGUEROLES O SUTARRAÑES, POL. 4, PARC. 315

PROMOTOR: VIVEROS GURBI SAT 2053

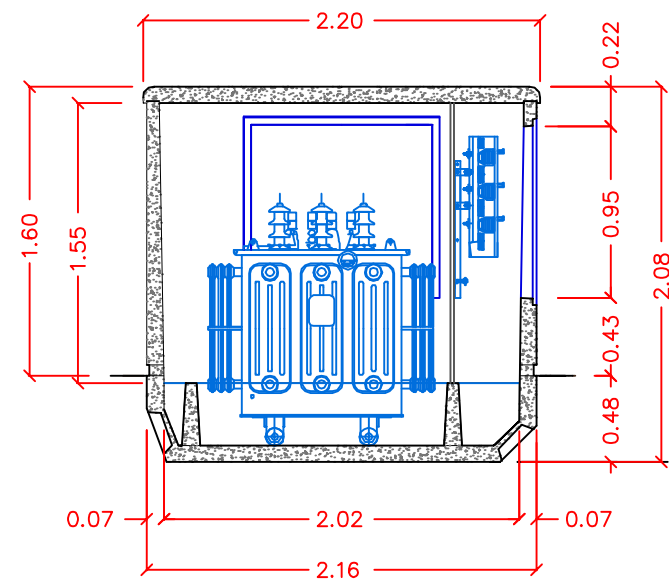
ESCALA: S/E

FECHA: 31/08/2020

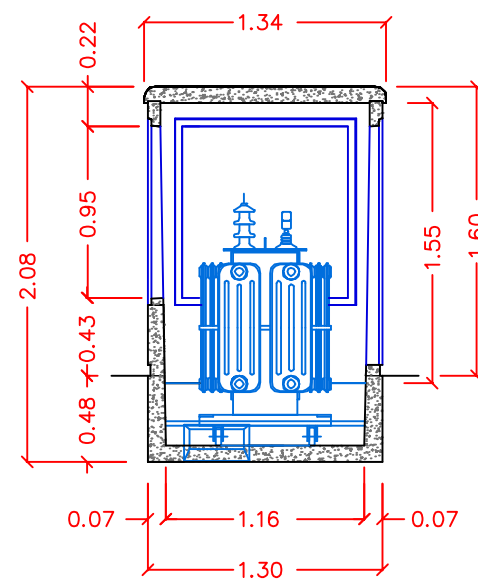
Nº PLANO:	10
-----------	----



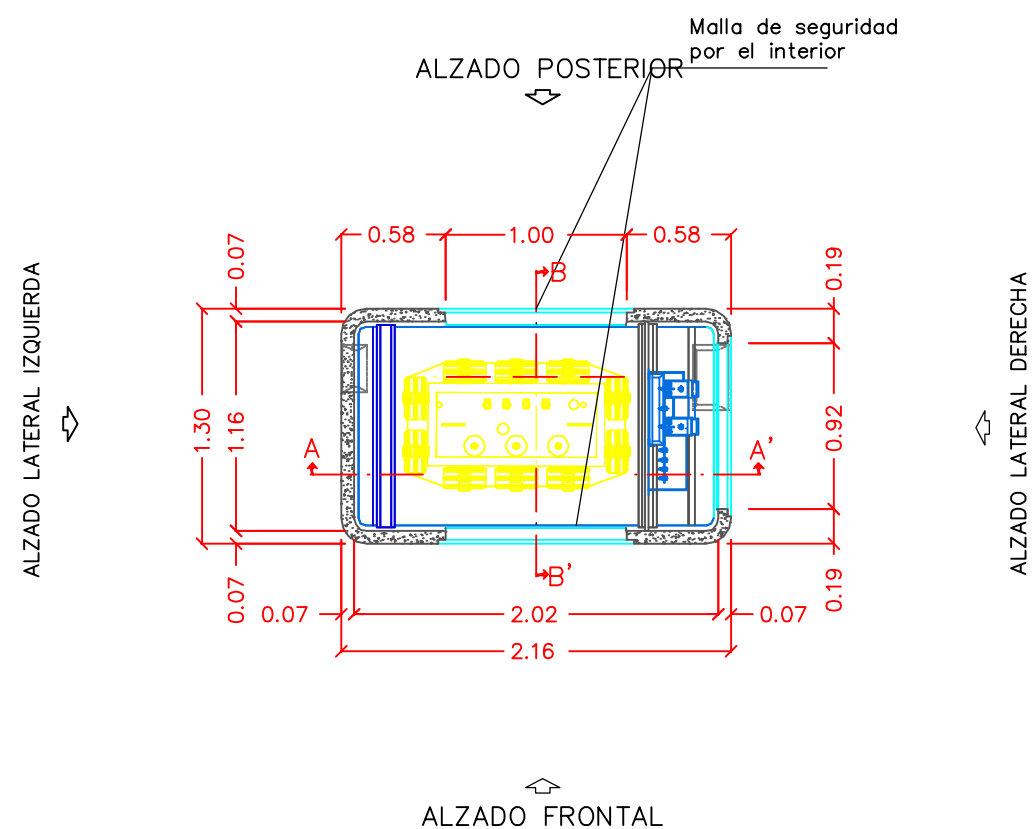
ALEJANDRO
BARRACHINA
NAVARRO



SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'

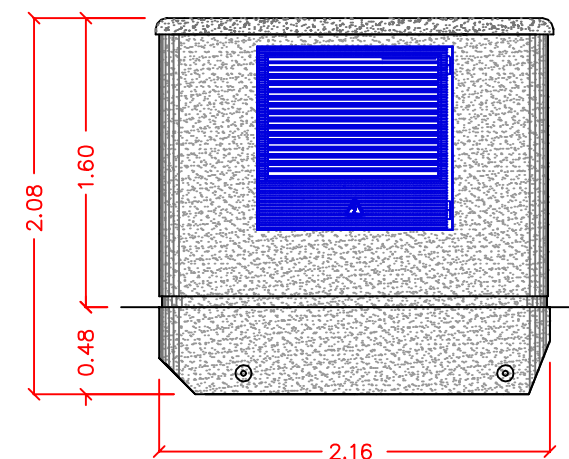


ALZADO POSTERIOR

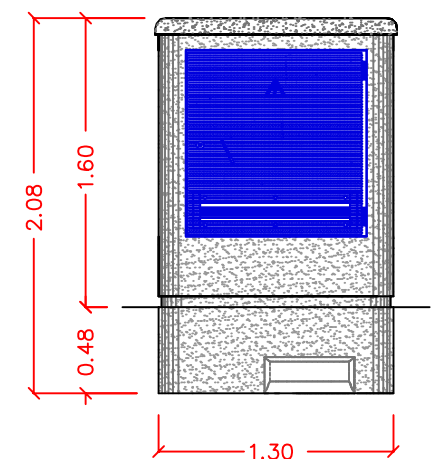
ALZADO LATERAL IZQUIERDA

ALZADO LATERAL DERECHA

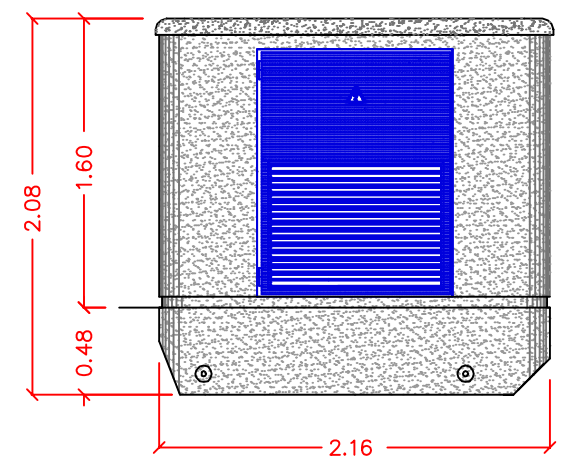
ALZADO FRONTAL



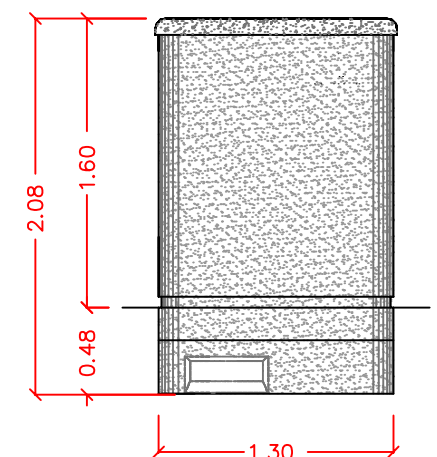
ALZADO POSTERIOR



ALZADO LATERAL DERECHA



ALZADO FRONTAL



ALZADO LATERAL IZQUIERDA

SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN A UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN TERMINO MUNICIPAL DE VINARÓZ

PLANO: DETALLES EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN

EMPLAZAMIENTO: PTDA. FIGUEROLES O SUTARRAÑES, POL. 4, PARC. 315

PROMOTOR: VIVEROS GURBI SAT 2053

ESCALA: S/E

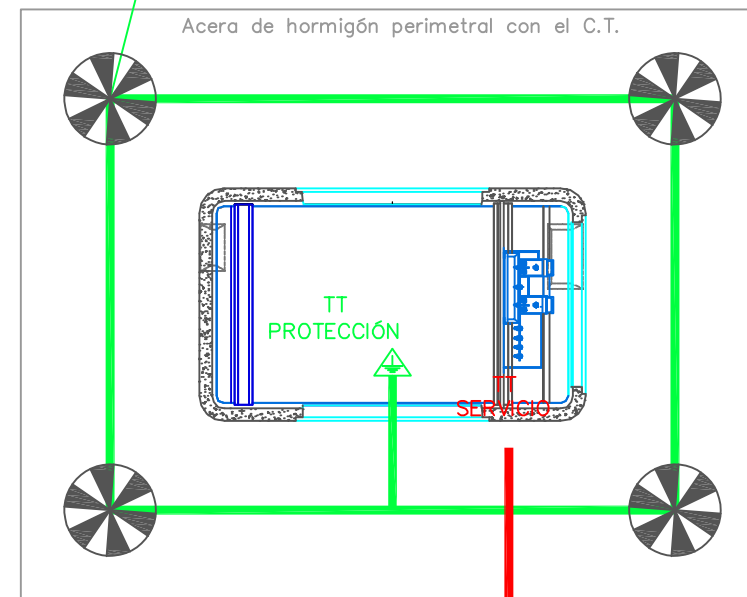
FECHA: 31/08/2020

Nº PLANO: 11

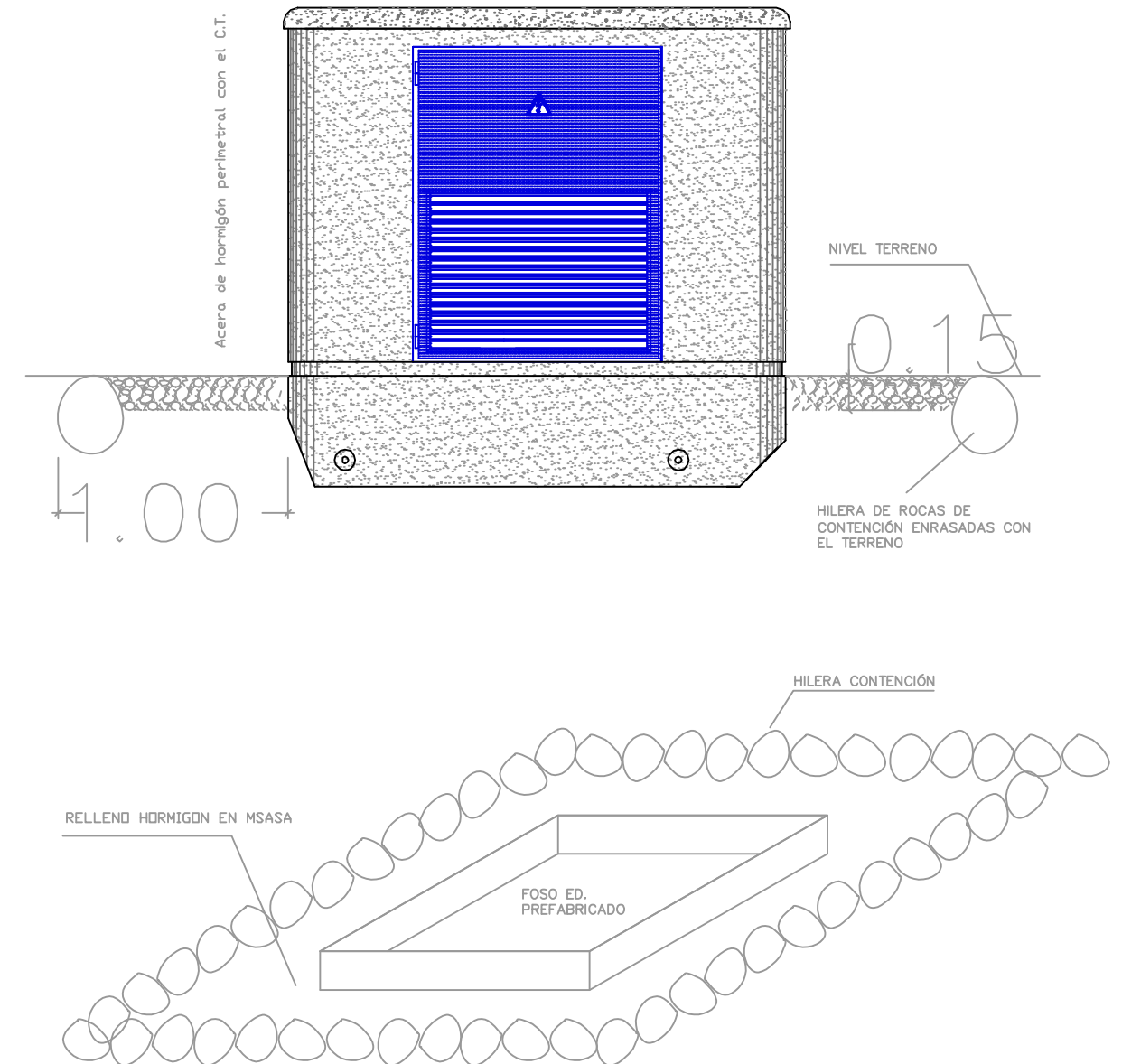


ALEJANDRO
BARRACHINA
NAVARRO

PaT DE SERVICIO:
Electrodo en Piquetas 2 mts de
longitud separadas 2 mts con
resistencia <10 Ω



PaT DE SERVICIO:
Electrodo en perforación ubicada
en fondo zanja LSBT con
resistencia <10 Ω



SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN A UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE
AGUA PARA RIEGO EN TERMINO MUNICIPAL DE VINARÓZ

PLANO: TOMAS A TIERRA Y MEDIDAS ADICIONALES

EMPLAZAMIENTO: PTDA. FIGUEROLES O SUTARRAÑES, POL. 4, PARC. 315

PROMOTOR: VIVEROS GURBI SAT 2053

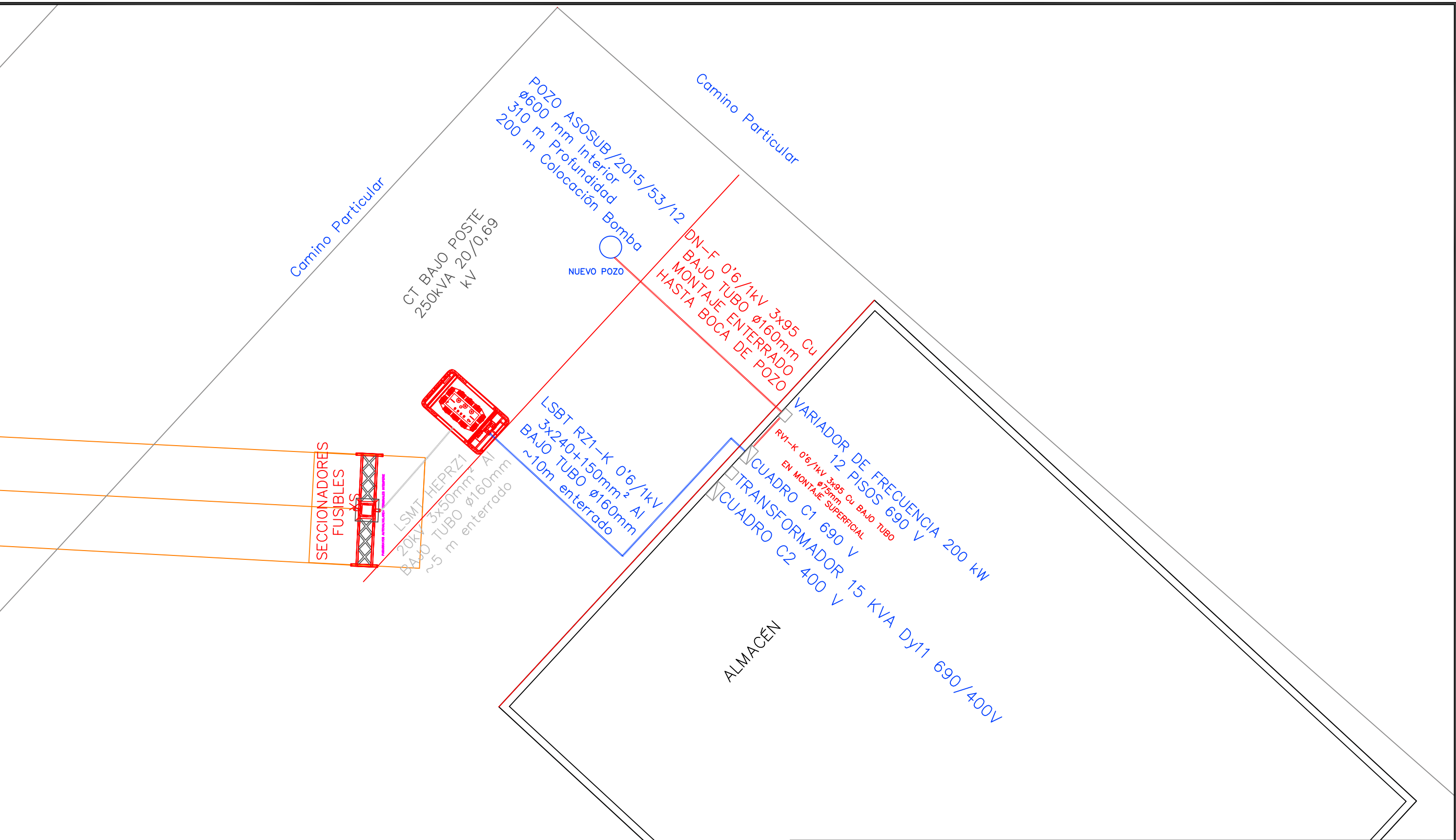
ESCALA: S/E

FECHA: 31/08/2020

Nº PLANO: 12



ALEJANDRO
BARRACHINA
NAVARRO



SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN A UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN TERMINO MUNICIPAL DE VINARÓZ		
PLANO: INSTALACIÓN MÁS ALMACÉN		
EMPLAZAMIENTO: PTDA. FIGUEROLES O SUTARRAÑES, POL. 4, PARC. 315		
PROMOTOR: VIVEROS GURBI SAT 2053		
ESCALA: 1:100	FECHA: 31/08/2020	Nº PLANO: 13



ALEJANDRO
BARRACHINA
NAVARRO

4 PLIEGO DE CONDICIONES

4.1 PLIEGO DE CONDICIONES LÍNEA AÉREA

4.1.1 Calidad de los materiales

OBRA CIVIL

Para el recubrimiento del dado de empotramiento de la canalización subterránea el hormigón será en masa de 1:4:8 (de 150 Kg) con la siguiente composición por m³:

- 150 kg cemento P-350
- 0,430 m³ de arena
- 0,860 m³ de grava
- 0,160 m³ de agua

CONDUCTORES

- Tramo subterráneo

El conductor empleado será de aluminio, según Norma de diseño UNE HD 620-9E, con las siguientes características:

- Sección 50 mm²
- Aislamiento Etileno Propileno de alto gradiente (HEPR, 105 °C)
- Nivel aislamiento 12/20kV
- Cubierta exterior poliolefina termoplástica, Z1 (color Rojo).

Los cables serán unipolares con pantalla sobre el aislamiento formado hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contra espira. Sección total 16 mm² (12/20 kV).

AISLADORES

- Tramo subterráneo

Los aisladores utilizados en las líneas serán de tipo seco extruido del tipo XLPE con una cubierta exterior de PVC. Las partes metálicas de los aisladores estarán protegidas adecuadamente contra la acción corrosiva de la atmósfera. Los niveles de aislamiento mínimo considerados corresponden a la tensión de 12/20kV.

HERRAJES Y ACCESORIOS

Los herrajes serán galvanizados y estarán conectados a tierra.

4.1.2 Normas de ejecución de las instalaciones

1. Todos los materiales utilizados en las obras e instalaciones serán de constructores o fabricantes que garanticen una gran calidad.
2. Todos los elementos o materiales sometidos a reglamentaciones o especificaciones reglamentarias deberán estar convenientemente homologados por las entidades oficiales, estatales o paraestatales.
3. Los materiales que lo requieran deberán llevar grabadas de modo inconfundible sus características.
4. No se admitirán elementos o materiales que no cumplan los requisitos anteriores no pudiendo presentar el contratista reclamación alguna por este motivo o por haber sido rechazado a causa de deficiencias o anomalías observadas en ellos.
5. Todo el material utilizado deberá estar homologado por UNESA, por la CEI, o en todo caso debe ser material que haya sido verificado por el Ministerio de Industria como cumplidor de las exigencias técnicas de funcionamiento requeridas para él. Deben de estar grabadas en el material cuanto menos la tensión de servicio y la intensidad para la que han sido dimensionados.

6. No se podrá modificar la instalación sin la intervención del instalador autorizado o técnico competente, según corresponda.

4.1.3 Pruebas reglamentarias

Antes de la recepción de las instalaciones, deberán haber sido realizadas las siguientes mediciones con resultados satisfactorios:

- Medición de la resistencia de aislamiento de la instalación.
- Medición del poder dieléctrico de la instalación.
- Medición de la toma de tierra.

Y haberse realizado las siguientes comprobaciones:

- Comprobación visual general de la instalación.
- Comprobación de disparo de los interruptores automáticos.

Debiendo hacerse constar todos estos extremos, en la certificación de Dirección y Terminación de Obra correspondiente a esta instalación.

El certificado de la empresa instaladora, junto con el proyecto, el certificado de dirección de obra, el de inspección inicial, en su caso, y el contrato de mantenimiento o el compromiso de realizarlo con medios propios, deberán depositarse ante el órgano competente de la administración, con objeto de inscribir la referida instalación en el correspondiente registro.

4.1.4 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

1. Queda terminantemente prohibido el acceso a los apoyos. a toda persona ajena a su funcionamiento, exceptuando a todo el personal técnico de la misma o perteneciente a la empresa suministradora y también al Agente de la Administración o algún representante del mismo.

2. El personal encargado de las manipulaciones tendrá especial cuidado en conservar en perfecto estado de funcionamiento y limpieza todos los elementos y protecciones instalados. Asimismo, se asegurará con frecuencia que los conductores que unen los apoyos con las tomas de tierra estén en perfecto estado.
3. No se efectuará ninguna manipulación tanto en la parte de alta tensión, como en la de baja, sin tener previa y absoluta seguridad de que la corriente ha sido cortada.
4. La maniobra con los seccionadores se realizará siempre que previamente se haya desconectado el interruptor general. Para esta maniobra se utilizará siempre una pértiga de maniobra, situándose sobre una banqueta aislante y colocándose unos guantes de seguridad de 24 kV de aislamiento.
5. No obstante haber tomado las medidas de precaución a que se refiere el art. 3º, siempre que se tenga necesidad de manipular en un aparato de alta tensión (sin corriente), se hará a ser posible, con una sola mano y sin tocar masa con la otra. Se emplearán guantes aislantes.
6. Siempre que se observe alguna anormalidad se pondrá en conocimiento del superior inmediato.

4.2 PLIEGO DE CONDCIONES CENTRO DE TRASNDORMACIÓN

4.2.1 Calidad de los materiales

OBRA CIVIL

La envolvente compacta Prephor deberá estar construida en base a las normas UNE 1303A, EN- 61330, 20099, 20344 y la EHE, en aquello que le es de aplicación, para una potencia máxima de transformador a instalar de 250 kVA y tensión más elevada para el material de 36 KV.

A efectos de excavación, se considerará un terreno de dureza normal, por lo que para el anclaje de la columna se realizará una excavación de las siguientes dimensiones:

Largo	Ancho	Profundidad	Volumen
0,93 m	0,93 m	2,28 m	1,97m³

El hormigón será en masa de 1:4:8 (de 150 Kg.) con la siguiente composición por m³:

- 150 Kg cemento P-350
- 0,430 m³ de arena
- 0,860 m³ de grava
- 0,160 m³ de agua

La plataforma de acceso será de 3x3 m. y tendrá un espesor de 20 cm.

- Características eléctricas.

La envolvente deberá estar construida de forma que una vez instalada sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas que constituyen la armadura del sistema equipotencial estarán soldadas. La conexión entre las armaduras metálicas

pertenecientes a diferentes elementos deberá estar efectuada de modo que se consiga la equipotencialidad entre ellas.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior de la envolvente, excepto las piezas insertadas en el hormigón, destinadas a manipular la cubierta, situadas en la parte superior de ésta.

Cada una de las piezas que forman la envolvente dispondrá de dos puntos metálicos, lo más separados posible, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. Todas las piezas contiguas están unidas eléctricamente entre sí.

Todos los materiales metálicos del edificio prefabricado expuestos al aire estarán protegidos contra la corrosión.

Las puertas y rejillas metálicas se instalarán de manera que no tengan contacto eléctrico con el sistema equipotencial.

Entre las puertas, rejillas y la armadura equipotencial embebida en las piezas de hormigón existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios.

- Características constructivas propiamente dichas.

La envolvente estará fabricada con hormigón armado, con una resistencia a la compresión a los 28 días superior a 250 kg/cm².

Las paredes del edificio estarán previstas para soportar los esfuerzos verticales de su propio peso, más el peso de la cubierta y las sobrecargas de ésta, simultáneamente con una presión horizontal de 100 kg/cm².

La presión sobre el terreno que ejercerá el edificio no excederá en ningún caso de 1 kg/cm².

El grado de protección de la parte exterior del edificio será al menos de IP 239, según la norma UNE 20.234, salvo las rejillas de ventilación, en las que se tendrá al menos un IP 339.

La cubierta de la envolvente estará formada por una pieza de hormigón armado, dimensionada para soportar una sobrecarga de nieve de 250 kg/cm², construida a prueba de filtraciones, cuya parte superior tendrá una superficie con vertiente a cuatro aguas con la finalidad de impedir la acumulación de agua y que desagüe directamente al exterior de su perímetro.

La envolvente dispondrá de una puerta que dé acceso al compartimento de baja tensión y una puerta con rejilla de ventilación para acceso a la zona del transformador.

Para permitir el paso de cables, se habilitarán orificios practicables en la solera del edificio.

APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

- Seccionadores

Para la maniobra y protección en el lado de alta tensión, se instalarán en el entronque con la línea aérea cortacircuitos fusibles seccionadores de expulsión:

- XS
- Tensión nominal 20 Kv
- Tensión más elevada 24 kV
- Intensidad soportada nominal a los impulsos eléctricos tipo rayo 125 kV cr.
- Tensión soportada a 50 Hz: 50 kV ef.
- Potencia cortocircuito III 350 MVA
- Poder de corte nominal mínimo de 12 KA.

- Pararrayos

En el extremo de la conexión con la línea aérea, sobre un soporte metálico adecuado, se instalarán tres pararrayos de óxidos metálicos con envolvente no cerámica, tipo PDV100, de la tensión adecuada a las características de la línea.

Cumplirán las normas UNE 21.087 y tendrán las siguientes condiciones técnicas:

- Corrientes de descarga nominal 8\20 μ s 5 kA
 - Corrientes de descarga para ondas rectangulares 1.000 μ s 75 A
 - Corrientes descarga límite 4\10 μ s 65 kA
 - Tensión nominal eficaz 24 kV
 - Tensión residual máxima 70 kV
 - Tensión cebado máximo (cresta) para tensión de choque (1,2/50 μ s) 70/81 kV
-
- Cables para puentes de MT

La conexión eléctrica entre la línea aérea de media tensión y el transformador se realizará con cable unipolar con aislamiento seco termoestable con una sección de 50 mm² y tensión asignada 12/20 kV.

En el extremo de la conexión correspondiente al entronque se dispondrán tres terminales termo-retráctiles y en el extremo correspondiente al transformador se dispondrán terminales termo-retráctiles, adecuados a la tensión de servicio.

- Cables para puentes de BT para el transformador

La conexión del transformador al cuadro de baja tensión se realizará con cable unipolar de aluminio con aislamiento seco termoestable 0,6/1 kV y sección 240 mm². En sus extremos dispondrán de terminales bimetálicos para cables aislados de baja tensión de aluminio, punzonado profundo, tipo interior.

TRANSFORMADOR

El transformador instalado en este centro de transformación será trifásico con refrigeración natural en aceite con el neutro accesible en el secundario y con las

características (regulación, grupo de conexión, pérdidas...) que se detallan en la memoria del proyecto.

EQUIPOS DE MEDIDA

NO procede.

4.2.2 Normas de ejecución de las instalaciones

Las instalaciones cumplirán con la totalidad de las normativas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales o bien por la propia compañía suministradora.

Las instalaciones se ajustarán a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

4.2.3 Pruebas reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de la entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación
- Resistencia del sistema de puesta a tierra
- Tensiones de paso y de contacto

4.2.4 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

PREVISIONES GENERALES

1. Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio. Siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.
2. Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".
3. En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
4. No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.
5. No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
6. Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.
7. En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

PUESTA EN SERVICIO

1. Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
2. Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se inspeccionará detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

SEPARACIÓN DE SERVICIO

1. Se procederá en orden inverso al determinado en el punto 1 del apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
2. Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
3. A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para la garantizar la seguridad de personas y cosas.

4. La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

PREVENCIÓNES ESPECIALES

1. No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.
2. No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
3. Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

4.3 PLIEGO DE CONDICIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

4.3.1 Calidad de los materiales

CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Serán para la línea general de cobre con aislamiento del tipo RZ1-K 0'6/1kV y de la sección determinada según cálculos y para la derivación individual H07Z-R de cobre.

Para el circuito de alimentación a la bomba serán de cobre con aislamiento del tipo DN-F 0'6/1kV y sección determinada según cálculos.

Para los circuitos auxiliares y de maniobra serán de cobre y aislamiento del tipo H07-V.

CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos, y su sección estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-018.

IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento o cintas / marcas en éstos, en caso de ser conductores con aislamiento de color único, y serán:

- Conductores de fase:
 - Fase 1ª (R): Marrón.
 - Fase 2ª (S): Negro.
 - Fase 3ª (T): Gris.
- Conductor de neutro: Azul claro.
- Conductor de protección: Verde-amarillo.

TUBOS PROTECTORES

La instalación será subterránea directamente enterrada sin protección de tubos.

CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN

Serán de material aislante o metálico aisladas interiormente.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar cómodamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá como mínimo a 1,5 veces el diámetro del mayor tubo que deba alojar.

APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Son los interruptores y conmutadores que cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados, sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia.

Serán del tipo cerrado y de material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que en ningún momento se puedan producir temperaturas superiores a 65 °C en ninguna de sus partes.

Su constitución será tal, que permita realizar un número de maniobras de apertura y cierre del orden de 10.000, con su carga nominal a la tensión de trabajo.

Llevarán marcadas su tensión e intensidad nominal y estarán probados a una tensión entre 500 y 1.000 V.

APARATOS DE PROTECCIÓN

Son los fusibles, disyuntores e interruptores diferenciales.

Los fusibles empleados para protección de los circuitos serán calibrados a la intensidad del circuito que protegen. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible y

estarán contruidos de tal forma que no puedan proyectar material al fundirse. Se podrán recambiar bajo tensión sin peligro alguno y llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal.

Los disyuntores serán del tipo magneto-térmico, de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en el que están colocados, sin dar lugar a la formación de arcos permanentes y sin posibilidad de tomar una posición intermedia.

Su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad del circuito que protege, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regulará para una temperatura inferior a 60 °C.

4.3.2 Normas de ejecución de las instalaciones

La instalación se realizará en canalización enterrada.

El conexionado entre los dispositivos de protección de los cuadros se ejecutará ordenadamente, procurando disponer regletas de conexión para los conductores activos y para el conductor de protección.

La ejecución de las canalizaciones efectuadas bajo tubos protectores, seguirán preferentemente las líneas paralelas a la horizontal y vertical que limitan el local de la instalación.

Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos. La unión entre conductores no se realizará por simple retorcimiento de los conductores entre sí, sino que se realizará mediante regletas de conexión o bornes, pudiéndose utilizar también bridas de conexión.

- No se permitirán más de 3 conductores en una conexión.
- La conexión de los interruptores se realizará sobre el conductor de fase siempre.
- No se utilizará un mismo conductor de neutro para varios circuitos.

- Todo conductor deberá poder seccionarse en cualquier punto de la instalación que se derive.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, manivelas, pulsadores de maniobra etc., de los aparatos instalados en cuartos de baño, así como aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a 1000 V por la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un valor mínimo de 250.000 Ω .

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V, y como mínimo 250 V con una carga externa de 100 k Ω .

Se dispondrá de un punto de puesta a tierra señalizado y de fácil acceso, para poder medir el valor de tierra en cualquier momento.

4.3.3 Pruebas reglamentarias

Como mínimo se realizarán las pruebas que se refieren al uso racional de la energía y a seguridad de la instalación, tales como:

- Comprobación y tarado de los relés de protección.
- Medida de la resistencia de tierra.
- Medida de la resistencia de aislamiento.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V, y como mínimo 250 V con una carga externa de 100 K Ω .

Por último, se comprobará, por el director de la obra, que los materiales y equipos instalados se corresponden con los especificados en el proyecto, y contratados con la empresa instaladora, así como la correcta ejecución de la obra.

4.3.4 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

OBLIGACIONES DEL USUARIO

- El titular de la instalación deberá mantener en buen estado de funcionamiento sus instalaciones, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas.
- Si son necesarias modificaciones, éstas deberán ser efectuada por un instalador autorizado.

OBLIGACIONES DE LA EMPRESA MANTENEDORA

- Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.
- Para ausencias prolongadas se desconectará el interruptor diferencial.
- Cada cinco años se comprobará el aislamiento de la instalación interior que entre cada conductor y tierra y entre cada dos conductores no deberá ser inferior a 500.000 ohmios.
- Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuito, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.
- Cada dos años y en la época en el que el terreno está más seco, se medirá la resistencia de la tierra y se comprobará que no sobrepasa el valor prefijado,

así mismo se comprobará mediante inspección visual el estado frente a la corrosión de la conexión de la barra de puesta a tierra con la arqueta y la continuidad de la línea que las une.

- Cada dos años se comprobará mediante inspección visual el estado frente a la corrosión de todas las conexiones, así como la continuidad de las líneas.
- Se repararán los defectos encontrados.
- Las comprobaciones específicas serán realizadas por Instalador autorizado por la Delegación Provincial del Ministerio de Industria.

5 PRESUPUESTO

5.1 PRESUPUESTO LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

5.1.1 Presupuesto tramo línea subterránea

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL
ML. LINEA con conductor tipo HE-PRZ1 de Al, formado por 3 cables unipolares de 240 mm ² 12/20 kV, con aislamiento HEPR, pantalla de corona de 16 mm ² formada por hilos de cobre y cubierta de PVC color rojo. Tendido en zanja de 1,5 x 0,6 m.	114	25,75 €	2.935,50 €
Zanja de 0,6 m de ancho y 1,3 m de profundidad, incluida apertura, bandas de señalización, obra civil, capas de material de relleno, tubos y prisma de hormigón según proyecto, incluido restitución del firme.	30	28,90 €	867,00 €
Arqueta de 1,5 x 1,5 realizada con ladrillo cerámico de 20 cm de espesor y tapa	1	180,00 €	180,00 €
Accesorios varios de empalme y sujeción (Botellas, terminales de interior, juegos de empalme en seco, etc.)	1	2.989,58 €	2.989,58 €
Mano de obra	1	230,00 €	230,00 €
TOTAL			7.202,08 €

5.1.2 Presupuesto tramo línea aérea

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL
Apoyo metálico galvanizado normalizado del tipo C-2000-12, incluido excavación, hormigonado, izado y graneteado, con cruceta recta del tipo RC-1/15S cadenas de amarre del tipo U70 YB20, 1 aislador rígido de compuesto, puentes, tornillería y piezas de conexión, placas antiescalo, toma de tierra "Zona Frecuentada", totalmente montado. (Ud.)	2	1.790,85 €	3.581,70 €
Apoyo metálico galvanizado normalizado del tipo C-1000-12, incluida excavación, hormigonado, izado y graneteado, con cruceta bóveda del tipo BP225-1750 cadenas de amarre del tipo U70 YB20, 1 aislador rígido de compuesto, puentes, tornillería y piezas de conexión, toma de tierra zona "No frecuentada" totalmente montado. (Ud.)	2	1.325,00 €	2.650,00 €
Angular soporte Seccionador unipolar L-80.8.3690. 3 Seccionadores unipolares de 24/36 kV. 400/630 A Montado con doble cuchilla de cobre según recomendación Unesa RU-6401-C. con Aisladores Cerámicos ó de Silicona cadenas de amare del tipo U70 YB20, 1 aislador rígido, tornillería y piezas de conexión, totalmente instalado. (Ud.)	1	460,71 €	460,71 €
Tendido cable formado por tres conductores de Al-Ac de 54,6 mm ² , incluido tensado y grapado (m)	1080	2,88 €	3.110,40 €
Placa de peligro de muerte (Ud.)	4	1,69 €	6,76 €
TOTAL			9.809,57 €

5.1.3 Presupuesto general

Tramo Línea Subterránea	7.202,08 €
Tramo Línea Aérea	9.809,57 €
TOTAL	17.011,65 €

5.2 PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL
Angular normalizado L-70.7-2040 y 3 cortacircuitos fusibles XS , para 24 kV (en apoyo conversión A/S)	1	587,34 €	587,34 €
Angular normalizado L-70.7-2040 para soporte auto valvulares con tres auto válvulas totalmente montadas sujetas mediante chapas CH-8-150, incluido tres terminales termo-retráctiles de exterior, de tensión asignada 12/20 Kv	1	579,41 €	579,41 €
Zanja enterrada en tierra para tendido de 2 tubos de 0,35 m ancho y 0,81 m de profundidad, incluido aporte arena y material para relleno, cinta señalización y capa de tierra vegetal.	10	24,66 €	246,60 €
Tendido cable HEPRZ1 12/20 KV (3x (1x50mm ²)).	10	18,44 €	184,40 €
Terminal enchufables recto o acodado de conexión sencilla (s), de 24 kV/200 A.	3	46,88 €	140,64 €
Transformador de distribución trifásico, en baño de aceite, de refrigeración natural, norma UNE20138, regulación de tensión en el devanado primario mediante dispositivo conmutador, potencia 250 KVA, tensión primaria 20 KV, y tensión secundaria 400 V.	1	4.943,29 €	4.943,29 €
Edificio prefabricado monobloque de hormigón armado PREPHOR modelo EPBP. Con capacidad para un transformador y para el equipamiento de baja tensión. Se incluye transporte y descarga.	1	3.144,45 €	3.144,45 €
Trabajo de acondicionamiento del terreno para la instalación del edificio prefabricado <i>Prephor</i> .	1	350,51 €	350,51 €
Adecuación red de tierras existente (desplazamiento punto de seccionamiento).	1	100,00 €	100,00 €
Cartel de primeros auxilios, tamaño DIN A3.	1	12,02 €	12,02 €

Juego de puentes para realizar la conexión del transformador de distribución al cuadro de B.T., formado por 4 cables unipolares de aluminio de 240mm ² de 0,6/1KV Con aislamiento XLE o EPR, sin armar, y cubierta exterior de PVC incluyendo los accesorios de conexión.	1	289,32 €	289,32 €
Caja general de protección 400A con bases unipolares cerradas para fusibles NH2	1	250,65 €	250,65 €
TOTAL			10.828,63 €

5.3 PRESUPUESTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL
Instalación de enlace			
Tendido de circuito trifásico formado por tres conductores de aluminio aislados de 1000 v y 240 mm ² de sección para las fases y un conductor de aluminio aislado de 1000 v y 25 mm ² de sección para el neutro, todos ellos aislados con materiales no propagadores del incendio y emisión de humos y opacidad reducida y montados bajo tubo, incluso tubo de PVC.	10	65,00 €	650,00 €
Cuadros y mecanismos			
Cuadro modular como cuadro general de mano y protección y conductores necesarios para cableado interno, para alojar los elementos que se detallan en el esquema unifilar, incluidas protecciones diferenciales y magneto-térmicas, totalmente instalado y cableado.	1	3.200,00 €	3.200,00 €
Cuadro modular como secundario y conductores necesarios para cableado interno, para alojar los elementos que se detallan en el esquema unifilar, incluidas protecciones diferenciales y magneto-térmicas, totalmente instalado y cableado.	1	1.100,00 €	1.100,00 €
Auto transformador 10 KVA 690/400 v conexión Dy11, con neutro de secundario accesible.	1	800,00 €	800,00 €
Partida alzada de temporizadores, relés, contactores, voltímetro, amperímetro, conmutadores, interruptores y demás apartamentado de control y arrancador consistente en variador de frecuencia para 150 KW	1	1.500,00 €	1.500,00 €
Canalizaciones			
Tendido de circuito trifásico formado por tres conductores de cobre aislados de DN-F 0,6 / 1 Kv y 95mm ² de sección para las fases, todos ellos aislados con materiales no propagadores del incendio y emisión de humos y opacidad reducida y montados bajo tubo, incluso tubo de PVC	750	4,54 €	3.401,25 €

Tendido de circuito trifásico formado por tres conductores de cobre aislados de RVK 0,6 / 1 Kv y 16 mm ² de sección para las fases, todos ellos aislados con materiales no propagadores del incendio y emisión de humos y opacidad reducida y montados bajo tubo, incluso tubo de PVC	20	12,50 €	250,00 €
Tendido de circuito trifásico formado por tres conductores de cobre aislados de RVK 0,6 / 1 Kv 6 mm ² de sección para las fases, todos ellos aislados con materiales no propagadores del incendio y emisión de humos y opacidad reducida y montados bajo tubo, incluso tubo de PVC	40	5,25 €	210,00 €
Tendido de circuito trifásico formado por tres conductores de cobre aislados de RVK 0,6 / 1 750v 2.5 mm ² de sección para las fases, todos ellos aislados con materiales no propagadores del incendio y emisión de humos y opacidad reducida y montados bajo tubo, incluso tubo de PVC	110	2,91 €	320,10 €
Tendido de circuito trifásico formado por tres conductores de cobre aislados de RVK 0,6 / 1 1,5 mm ² de sección para las fases, todos ellos aislados con materiales no propagadores del incendio y emisión de humos y opacidad reducida y montados bajo tubo, incluso tubo de PVC	200	2,05 €	410,00 €
Puesta a tierra			
Unidad de toma de tierra según especificaciones del proyecto	1	150,00 €	150,00 €
TOTAL			11.841,35 €

5.4 PRESUPUESTO GENERAL

PRESUPUESTO LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN	17.011,65 €
PRESUPUESTO CENTRO TRANSFORMACIÓN	10.828,63 €
PRESUPUESTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN	11.841,35 €
TOTAL	39.681,63 €

